








AUS FEUER UND WASSER GERETTET
BEIM GROSSEN BRANDE DER
BAYERISCHEN STAATSBIBLIOTHEK
IM MÄRZ DES KRIEGSJAHRES 1943
F. STAEGER



Abhandlungen

Abhandlungen

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

in Berlin.

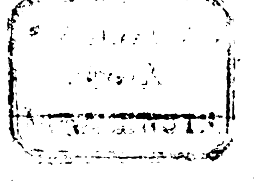
Aus den Jahren 1814 — 1815.

Nebst der

Geschichte der Akademie in diesem Zeitraum.

Berlin

in der Realschul-Buchhandlung 1818.



Inhalt.

Abhandlungen.

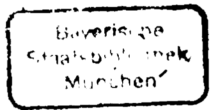
Physikalische Klasse.

Mathematische Klasse.

Seite

Philosophische Klasse.

Historisch-philologische Klasse.



Oeffentliche Sitzung

zur Feier der Geburt Friedrichs des Grofsen, des Stifters der Akademie,

am 24. Januar 1814.

Nach Eröffnung der Sitzung durch den Sekretar der historisch-philologischen Klasse, Herrn **Buttmann**, berichtete der Sekretar der physikalischen Klasse, Herr **Erman**, über die eingegangenen Preisschriften. Es war über die Aufgabe, die Polarität als Naturgesetz anlangend, wovon der Bericht von der öffentlichen Sitzung am 8ten August 1811 das nähere enthält, nur Eine Schrift eingelaufen, welche die Klasse nicht befriedigend fand und daher die Aufgabe zurücknahm. Dagegen stellte sie für das Jahr 1816 mit verdoppeltem Preise die Aufgabe:

> *„eine streng kritische auf eigne Beobachtungen und Versuche gestützte Prüfung der chemischen Wirkungen des verschiedentlich gefärbten Lichtes,"*

ihr vorzulegen, woraus erhelle,

> *„ob der hiebei wahrgenommene Unterschied eine spezifische ausschliefsliche und durchgängige Beziehung habe auf denjenigen Prozefs., den man durch Oxygenation und Hydrogenation bezeichnet;"*

oder,

> *„ob er sich am Ende ergebe, entweder als blofs quantitativ und abhängig von dem gröfseren und geringeren erwärmenden Vermögen des heterogenen Lichtes, oder als blofse Verbindung des heterogenen Lichtes mit der reagirenden Substanz, oder endlich als eine vielfache Wirkung, die zur Zeit noch unter kein allgemeines einfaches Gesetz zusammengefafst werden kann."*

Die zweite Preisfrage aus der Ellerschen Stiftung: *„über die Wirkungsart der Dammerde als Ernährungsmittels für die Pflanzen,"* von wel-

cher in demselben Bericht das nähere zu finden ist, hatte auch nur Eine bei Anerkennung mehrerer Vorzüge doch nicht befriedigende Abhandlung veranlaſst, und wurde für das Jahr 1816 mit verdoppeltem Preise wiederholt. Die versiegelten Zettel mit den Namen der Verfasser beider Abhandlungen wurden verbrannt.

Nach Erstattung dieses Berichtes lasen

Herr Klaproth eine Abhandlung „über den Weiſsstein und den Kaolin;"

Herr Biester „über die Bejahungswörter der älteren Französischen Sprache *oc* und *oyl*, mit vorzüglicher Rücksicht auf eine Stelle des Dante;"

Herr Thaer „über die Berührungen der Naturkunde und der Landbaukunde."

Oeffentliche Sitzung

am 3. Julius 1814,

als Leibnitzens Geburtstag.

Der Sekretar der mathematischen Klasse, Herr Tralles, zeigte in seiner Eröffnungsrede an, daſs seit der letzten Leibnitzischen Sitzung die Herren Lichtenstein und Boeckh zu ordentlichen Mitgliedern der Akademie, ersterer in der physikalischen, letzterer in der historisch-philologischen Klasse, Herr Johann Heinrich Voſs in Heidelberg aber zum auswärtigen, und Herr von Diez hier zum Ehrenmitglied wären erwählt und von Sr. Maj. dem Könige bestätiget worden; imgleichen daſs die Akademie die Herren Kausch in Liegnitz und Wahlenberg in Schweden für die physikalische, und v. Hammer in Wien für die historisch-philologische Klasse zu Correspondenten ernannt habe. Hierauf hielten die Herren Lichtenstein und Boeckh ihre Antrittsreden, welche von den Sekretaren der betreffenden Klassen beantwortet wurden.

Der Sekretar der historisch-philologischen Klasse, Herr Buttmann, erstattete darauf Bericht über den Ausgang der im Jahr 1812 am 3. Julius von seiner Klasse vorgelegten Preisfrage über das Verhältniſs der Griechen zu den Aegyptern. Da nur eine dem Zweck der Aufgabe in keiner Rück-

sicht entsprechende Abhandlung eingegangen war: so wurde der versiegelte Zettel mit dem Namen ihres Verfassers verbrannt, und die Aufgabe für das Jahr 1816 mit verdoppeltem Preise wiederholt.

Zuletzt las Herr v. Buch die Gedächtnifsrede auf den im Jahr 1810 verstorbenen Herrn Karsten, und Herr Buttmann die auf den im Jahr 1811 verstorbenen Herrn Spalding. Beide sind hier abgedruckt.

Oeffentliche Sitzung

zur Feier des Geburtstages des Königes,

am 3. August 1814.

Nachdem der Sekretar der mathematischen Klasse, Herr Tralles die Sitzung eröffnet, lasen
Herr Hirt „über das Bildnifs der Alten;"
Herr v. Buch „über die Entstehung des Hagels;" und
Herr v. Savigny „über die erste Ehescheidung in Rom."

Am 27. Januar dieses Jahres starb Herr von Castillon, Professor an der Ritterakademie.

Am 13. Junius Herr Louis Fréderic Ancillon, Geheimer Rath und Französischer Prediger.

Am 11. August Herr Joh. Peter Erman, Geh. und Ober-Consistorial-Rath, Direktor des Französischen Gymnasiums.

Oeffentliche Sitzung

am 24. *Januar* 1815.

Nachdem der Sekretar der physikalischen Klasse, Herr Erman, die Sitzung eröffnet, lasen

Herr Tralles „über die neuere Vervollkommnung astronomischer und geodätischer Instrumente, vorzüglich in Deutschland;"

Herr Schleiermacher „über die Begriffe der verschiedenen Staatsformen;"

Herr Ideler „über die Sternkunde der Chaldäer;" und

Herr Lichtenstein „über die Expedition des Fürsten Moritz von Nassau nach Brasilien, besonders in naturhistorischer Hinsicht."

Oeffentliche Sitzung

am 3. *Julius* 1815.

Der Sekretar der philosophischen Klasse, Herr Schleiermacher, zeigte in seiner Eröffnungsrede an, daſs seit der letzten Leibnitzischen Sitzung zu ordentlichen Mitgliedern der Akademie die Herren Bekker und Süvern für die historisch-philologische und Herr Weiſs für die physikalische Klasse, der Herr Graf von Hoffmannsegge aber zum Ehrenmitgliede der Akademie wären erwählt und von Sr. Majestät dem Könige bestätiget worden.

Die Herren Bekker und Weiſs hielten darauf ihre Antrittsreden, welche von den Sekretaren der betreffenden Klassen beantwortet wurden; Herr Süvern konnte wegen Abwesenheit nicht öffentlich eingeführt werden.

Der Sekretar der mathematischen Klasse, Herr Tralles, legte darauf für das Jahr 1817 folgende Preisaufgabe vor:

„*Von irgend einer Krystallisation, es sei des Kalkspaths, Schwerspaths, Flufsspaths, oder eines Salzes, oder wovon man sonst will, erstlich eine genaue Beschreibung zu geben, nicht in der Kunstsprache der Mineralogen, welche den meisten Mathematikern fremd ist, sondern in rein geometrischen Ausdrücken, und besonders den Durchgang der Blätter oder die Kerngestalt nicht hypothetisch, sondern nach sichern Beobachtungen zu bestimmen; zweitens eine Hypothese über die Gesetze der Anziehung zu finden, aus welcher sich der innere Bau des Krystalls nach Lehrsätzen der Mechanik erklären und in analytischen Formeln darstellen läfst.*“

Der Sekretar der philosophischen Klasse, Herr Schleiermacher, verkündigte hiernächst das Urtheil der Klasse über die im Jahr 1813 zum zweitenmal mit verdoppeltem Preise vorgelegte Preisfrage,

„*den Einflufs der Philosophie des Cartesius auf die des Spinoza zu besimmen.*“

Die Klasse war durch keine der eingegangenen Abhandlungen vollkommen befriedigt worden, hatte indefs einer mit dem Denkspruch *in magnis voluisse sat est*, die Hälfte des ausgesetzten Preises, oder den einfachen Preis, als Accessit zuerkannt. Der versiegelte dazu gehörige Zettel wurde eröffnet, und es fand sich der Name Heinrich Ritter aus Zerbst. Die andern versiegelten Zettel wurden vorschriftsmäfsig verbrannt.

Zum Schlufs las Herr Lichtenstein die Denkschrift auf den im Jahr 1813 verstorbenen Herrn Illiger. Sie ist hier abgedruckt.

Oeffentliche Sitzung

am 3. August 1815.

Nachdem der Sekretar der mathematischen Klasse, Herr Tralles, die Sitzung eröffnet, las

Derselbe eine Nachricht „über die der Akademie von ihrem auswärtigen Mitgliede, Herrn Bessel in Königsberg, mitgetheilte Berechnung der Bahn und Umlaufszeit des diesjährigen Olberschen Kometen;"

Herr Klaproth „über die Arsenikerze von Reichenstein;"

Herr Hirt „über den Kanon in der bildenden Kunst;"

Herr Schleiermacher „über den Werth des Sokrates als Philosophen;"

Herr Bode „Beobachtungen des diesjährigen Kometen und Zeichnung seiner Bahn."

Herr Ancillon hatte im Lauf des vorigen Jahres das Sekretariat der philosophischen Klasse niedergelegt; nach erhaltener Königlicher Bestätigung übernahm es in diesem Jahr Herr Schleiermacher.

Lobrede

auf

Karsten.

Von Herrn L. v. Buch *).

Am 20sten May 1810 ward Dietrich Ludwig Gustav Karsten der Akademie durch den Tod entrissen.

Unter den Begründern einer wissenschaftlichen Mineralogie, unter denen, welche sie bearbeitet und verbreitet haben, wird ihm stets eine der ersten Stellen gebühren. Denn er war es, von dem man in Deutschland zuerst lernte, wie man Mineralien unterscheiden müsse; — er war es, der zuerst bekannt machte, was Mineralien sind; und in großer Zahl sind die neuen Substanzen, welche durch ihn von der rohen Masse, in der sie versteckt lagen, gesondert, und dadurch gleichsam entdeckt worden sind. Nie wird man die Geschichte der Mineralogie bearbeiten können, ohne seines Namens mit Auszeichnung und Dankbarkeit zu erwähnen.

Aber auch nie wird man von dem, was er für die Wissenschaft that, zu reden vermögen, ohne der seltenen Verbindung so vieler Vorzüge des Verstandes und Herzens zu erwähnen, ohne von seiner warmen Freundschaft, von seinem allgemeinen Wohlwollen für die ganze Welt, von seinem Feuereifer für alles Gute und Schöne zu reden. Denn darinnen ist Karstens

*) Vorgelesen den 3. Julius 1814.

wissenschaftliches Leben von dem so vieler anderen grofsen Gelehrten gänzlich verschieden. So vorzüglich, so trefflich auch der Charakter dieser seltenen Männer gewesen seyn mag, ihrer Wissenschaft war er gewöhnlich durchaus fremd. In wenig Berührung mit der Welt, liegt die Geschichte ihres Lebens gröfstentheils in ihren Schriften; ihre Wirksamkeit war häufig nur auf das beschränkt, was sie der Feder anvertrauten. Und, leider! auch das nicht immer. Ohne Bedürfnifs der Mittheilung, sich selbst in ihren Anschauungen genügend, sind viele der tiefsten Anstrengungen des Geistes mit ihren Urhebern verschwunden. Ihre Spur ist von der Erde verwischt, und traurig sehen wir den grofsen Namen nach, welche uns auf diese Art vielleicht oft ganz neue Ansichten der Welt mit ihrem Leben entwandten.

Wie wäre das bei Karsten möglich gewesen? Wie hätte er vermocht eine Wahrheit zu finden oder zu erfahren, zum Besitz einer neuen Thatsache zu kommen, ohne Alles um ihn her aufzuregen, den Genufs des Neugefundenen mit ihm zu theilen, und die neue Wahrheit, früchtebringend und folgereich, überall zu verbreiten? Wie hätte er eine neue Ideenreihe mit Glück verfolgen mögen, ohne nicht zugleich Freunde und Bekannte zu rufen und mit sich fortzureifsen, den neuen Weg mit ihm zu betreten?

Und die Früchte seines Bestrebens haben sich dadurch schnell und wohlthätig über ganz Europa verbreitet. Sie haben überall neue und reiche Erndten getragen.

Der, sich selbst so oft gänzlich vergessenden, Bescheidenheit seines Charakters mochte es wohl entgangen seyn, dafs er es war, von dem eine so grofse Wirksamkeit ausging. Aber wir, die wir ihn nicht mehr besitzen, und denen er nicht mehr ersetzt werden wird, uns ist es Pflicht, es in dankbarem Andenken zu bewahren, wie und auf welche Art so viele Kenntnisse den Menschen zur Benutzung und zum Fortschreiten dargebracht worden sind.

Einem berühmten Vater am 5ten April 1768 zu Bützow geboren, ward ihm eine Erziehung zu Theil, wie sie der Ruf und die Kenntnisse des Vaters erwarten liefsen. Was aber nur selten den Söhnen berühmter Männer begegnet, auch die sorgfältige Ausbildung der Zuneigung und des kindlichen Vertrauens, und einer feinen und regen Empfänglichkeit für alles was ein edles Gemüth reizen kann, war des tieffühlenden Vaters zärtliche Sorge. Karsten hat daher eine glückliche und fröhliche Jugend genossen, und aus ihr

ihr den unverlöschlichen Eindruck erhalten, der es ihm durch sein ganzes Leben zur Gewohnheit, ja zur Nothwendigkeit machte, die Welt mit frohem und heiterem Muthe zu sehen.

Er war nicht über 10 Jahr alt, als der Vater Mecklenburg verliefs, und in Halle die Professur der Mathematik annahm: eine Veränderung, welche für des Sohnes weitere Ausbildung vielleicht nicht ohne Nutzen seyn mochte. Denn hier konnte er den Lehrstunden des Pädagogiums folgen, und das that er drei Jahr lang mit dem gröfsten Eifer und Erfolg, lernte gründlich die älteren Sprachen, machte grofse Fortschritte in der Mathematik und Physik, und war endlich so weit, dafs der Vater es für nothwendig hielt, ernstlich an seine künftige Bestimmung zu denken.

Er wünschte die Erwählung eines Standes, der den Sohn nicht zu weit von den Beschäftigungen mit Literatur und Physik entfernte. Er schlug ihm vor, zwischen Arzt und Buchdrucker zu wählen. Allein beides war dem lebendigen Jüngling zuwider. Dieses, wegen des mechanischen der Beschäftigung, jenes, weil man ihn lange gebraucht hatte Formulare zu Recepten zu schreiben. Da ward der Vater über das künftige Schicksal des Sohnes etwas ängstlich und äufserte seine Sorge dem theilnehmenden Canzler Hoffmann in Dieskau, in Gegenwart des Ministers von Heynitz. Dieser rieth, ihn Bergmann werden zu lassen, und ohnerachtet die Beschäftigungen unter der Erde dem freien und regen Sinne des jungen Karsten noch weniger anziehend seyn mufsten, so hatte doch die Würde und die Weisheit des unvergefslichen Ministers zu tief auf den Vater gewirkt, als dafs er sich für erlaubt hielt, seinen Rath so leicht wieder zu verlassen. Der Sohn könne es doch zum wenigsten ein Jahr lang versuchen, meinte er, und sey dann der Bergbau immer noch seiner Neigung entgegen, so könne er doch stets noch eine andere Beschäftigung wählen.

Im October 1782 reiste er daher zur Berg-Akademie nach Freyberg ab, durch Hindenburgs Empfehlung mit dem kurz vorher ernannten Professor der Mathematik Lempe, bei dem er auch stets im Hause blieb.

Nach drei Monaten verlangte ihn der bekannte Hofrath Beyreis in Helmstädt von dort, um ihm als Mediciner in seinen Geschäften behülflich zu seyn. „Allein, ich schlug das Anerbieten ohne Bedenken aus," sagt Karsten selbst, „denn die Mineralogie fesselte mich unwiderstehlich, seit ich „Kalkspath von Quarz hatte unterscheiden gelernt." — Diese drei Monat hat-

ten die Richtung und Thätigkeit seines Geistes, sie hatten sein ganzes künftiges Schicksal entschieden.

Es war nicht zu verwundern, dafs die Mineralogie ihn so mächtig anzog. Bei dem Vater hatte er sich an mathematische Bestimmtheit und an die feste Terminologie der Botanik gewöhnt; beide verliefsen ihn, wenn er mit dem Vater mineralogische Gegenstände zu behandeln versuchte. Denn Werner's treffliche Methode war damals in der Welt völlig unbekannt. Die Mineralogie bestand gröfstentheils in Aufsuchung chemischer Verhältnisse der Mineralien; und redete man von den Substanzen selbst, so behauptete man wohl nicht selten, aller Logik zum Trotz, man könne sie wohl durch ein dunkles Gefühl unterscheiden, allein diese Unterschiede liefsen sich durchaus in Worte nicht fassen, als ob die Sprache den wirklich entwickelten Begriffen nicht stets leicht und willig gefolgt wäre. In Werner's Nähe, und durch seine Belehrung fand das Karsten ganz anders. Die Bestimmtheit der botanischen Terminologie erschien ihm nun in der Wernerschen Behandlung wieder, und in dem Gange des Lehrers glaubte er die Sicherheit und die Festigkeit der mathematischen Methode zu erkennen. Nicht blofs Kalkspath und Quarz unterschieden sich nun schnell seinem Blick, sondern eben so bestimmt der ganze Reichthum mineralischer Substanzen, und mit freudigem Erstaunen mufste er bemerken, wie Werner mit gröfster Genauigkeit anzugeben lehrte, worinnen denn eigentlich dieser Unterschied der Substanzen bestehe, und wie er das zu Erkennende so rein in seine Kennzeichen zu sondern und zu zerlegen verstand, als man die Schrift in Worte, in Sylben und einzelne Buchstaben zertheilt. Und so wie der Unerfahrne in dem beschriebenen Blatte nur Flecken sieht von sonderbarer Form und Gestalt, der Eingeweihte hingegen bedeutungsvolle Worte und Reden, so in der Wernerschen Ansicht der Mineralien. Dinge, welche völlig gleich zu seyn schienen, formlos, ohne Anspruch auf irgend eine Weise den feineren Sinn der Menschen zu beschäftigen, traten plötzlich hervor, als völlig verschiedene, für sich bestehende, für sich sprechende Wesen, und ihr Eindruck mufste nun mannigfaltige Fragen entwickeln, warum denn diese unterscheidende Kennzeichen gerade auf solche Art sich äufserten, warum in dieser Vereinigung? Es mufste endlich die wichtige Untersuchung veranlassen, was denn die Individualität der Mineralien bestimme, ob das, was die Chemie daraus künstlich hervorzieht, oder was bedeu-

tungsvoll, unabänderlich und bestimmt zu unsern Sinnen unmittelbar spricht.

Und das ist bis jetzt noch immer der eindringende und nicht übertroffene Vorzug der Wernerschen Methode geblieben, daſs diese Kennzeichenlehre bei ihrer Anwendung sich der Einbildungskraft bemächtigt, und ihr das völlige und klare Bild der beschriebenen Substanz vor Augen stellt. Nur deswegen hatte Werner den Gradationen der Kennzeichen so scharfe Gränzen gesetzt, die Kennzeichen selbst so bestimmt von einander geschieden, um sie desto sicherer bei der Anwendung zum Ganzen wieder zusammensetzen zu können, dieselbe Operation, welche bei der ganzen Analyse der Natur Absicht und Zweck ist. —

Nicht einzeln soll das Kennzeichen stehen, sondern aus der Vereinigung aller soll das Bild, das Gefühl von der Substanz hervorgehen. Denn was ist das, was man Gefühl einer Sache nennt, anders, in der physischen wie in der moralischen Welt, als der Total-Eindruck aller Charaktere, welche die Sache von allen ihr ähnlichen unterscheidet. Je mehr wir daher Begriffe zu analysiren, Kennzeichen aufzufassen gelernt haben, um so lebendiger und gröſser wird unser Gefühl. Das Unterscheidende, was vor der Imagination bis dahin ohne Eindruck hingleiten muſste, vereinigt sich nun in der Vorstellung zum Ganzen, ohne in seinen Einzelheiten getrennt im Bewuſstseyn zu liegen. Kalkspath und Quarz, vorher zwei formlose Kiesel, gehen nun in der Vorstellung weit auseinander, wie dem Botanisten die Mooſsdecke, in der man vorher den Reichthum und die Bestimmtheit der Gestalten nicht ahnete.

Denn ohne Winkel zu messen, oder Lichtdurchgänge zu beobachten, entsteht aus dem durchsichtigen, aus dem wenig harten, aus dem dreifach blättrigen Bruche, aus dem bestimmten Winkel der Bruchstücke des Kalkspaths ein allgemeiner Eindruck, ein Gefühl, welches ihn himmelweit von dem Eindruck entfernt, den im Quarze das Wenigglänzende hervorbringt, das Durchscheinende, der muschlige oder splittrige Bruch, die scharfen Kanten der Bruchstücke, welche die gröſsere Härte hervorbringt. Und das ist ein ganz anderes Mittel, Kalkspath zu erkennen, als etwa sein heftiges Aufbrausen mit Säuren, welches der Einbildungskraft gar kein Bild von der Substanz zurückläſst, sondern nur von einer Erscheinung, welche aus ihr entsteht, aber ihr selbst völlig fremd ist. —

Bei dieser Behandlung mufste also Karsten's lebhafter Einbildungskraft Alles um ihn her ein anderes Ansehn gewinnen. Es ging ihm in den unorganischen Substanzen gleichsam eine neue Welt auf, da er mit so viel Leichtigkeit und Sicherheit ihre Unterschiede auffassen lernte. — Und so warf er sich denn mit dem Eifer und dem Feuer der Jugend der Mineralogie ganz in die Arme. — In weniger Zeit war er Werner's bester und eifrigster Schüler, und bald konnte ihm der treffliche Mann unter seiner Leitung die Ordnung des grofsen Papst von Ohaynschen Cabinets übertragen, eine Arbeit, welcher Karsten einen grofsen Theil seiner Zeit widmete, und bei welcher er vollends eine Erfahrung in der Mineralogie sammlete, welche weit über seine Jahre zu gehen schien. —

Ein Zufall wollte es, dafs er auch noch auf der Berg-Akademie sich als einen ausgezeichneten und denkenden Mineralogen ankündigte. Kirwan's Mineralogie war im Jahr 1784 erschienen und in Helmstädt übersetzt worden. Der grofse Ruf des Irländers, manche neue Erfahrung, sein Streben nach Vollständigkeit und die Empfehlung des Berghauptmanns von Veltheim in Harbke hatten die Meinung vieler Naturforscher bestimmt. Sie glaubten, mit diesem Buche gehe für die Mineralogie ein neuer Tag an. Und wohl möchte der Vater, mit diesen Männern in vieler Verbindung, dem Sohne das Buch als ein bisher nicht erreichtes Muster vorgestellt haben. Da ward Karsten's ganze Lebendigkeit aufgeregt, und mit der Heftigkeit der neu erkannten Wahrheit im jugendlichen Gemüth zeigte er gründlich und gut, dafs dies gar keine Mineralogie sey, sondern nur eine Aufzählung chemischer Erfahrungen nach Ordnung der untersuchten Mineralien; dafs in dieser Ordnung und Bestimmung hier durchaus kein logisches Princip befolgt werde, und dafs man in Beschreibung von Fossilien in Irland damals, ohnerachtet der Wernerschen Ausgabe von Cronstedt, noch gar wenig Fortschritte gemacht hatte.

Er überzeugte Kirwan's Lobredner nicht, aber sie trugen es ihm noch lange nach, dafs er es gewagt hatte, die ihn lebhaft bewegende Wahrheit gegen berühmte Autoritäten zu vertheidigen. Es sollte ihm jedoch darüber noch eine Genugthuung werden, welche sie nicht erwarten konnten, ja die sie auch wohl niemals auch nur von fernher hätten ahnen mögen.

Nicht blofs als Mineralog, sondern auch als ausgebildeter Bergmann, verliefs er die Berg-Akademie am Ende des Jahres 1786. Er hatte bald

2

den Reiz der Anwendung so vieler wissenschaftlichen Kenntnisse auf die verwickelten Operationen des Bergbaus gefühlt, und eben deshalb endlich nicht bloſs mit Neigung, sondern mit Leidenschaft alle Theile dieser, in Freyberg mit so meisterhaften Kunst und Kenntniſs betriebenen, Geschäfte studirt. Die zunehmende Schwäche des Vaters rief ihn nun nach Halle zurück, zeitig genug, um sich zu überzeugen, daſs die zärtlichste Sorgfalt und Mühe, welche er mit der von ihm sehr geliebten Schwester theilte, das sinkende Leben des Vaters nicht mehr zurückzuhalten vermochte. Der berühmte Mann starb im April 1787, und hinterlieſs seinen verwaisten Kindern wenig mehr, als einen groſsen Ruf und ein treffliches Beispiel. Und gerade in diesen trüben Zeiten geschahe Karsten der Antrag, unter sehr vortheilhaften und ehrenvollen Bedingungen sich den Berg-Officianten anzuschlieſsen, welche von der Spanischen Regierung aus Sachsen nach Südamerika gezogen wurden. Er wäre der Einladung nicht ungern gefolgt; aber kein Antrag hätte ihn bewegen können, in diesem Augenblick die Schwester zu verlassen. Er lehnte den Ruf ab; Amerika blieb uns noch ferner zwanzig Jahre lang völlig unbekannt, und der Mineralogie entging eine Bereicherung, wie sie ihr noch nie zu Theil geworden war. — Wenige Zeit darauf verheirathete sich die Schwester an den Professor Gren, welcher für den verstorbenen Karsten die physikalischen Vorlesungen übernommen hatte, und ihm auch jetzt wirklich in der Professur der Physik gefolgt war.

Dem, ihn nicht reizenden Studium der Rechte, welches Karsten mit vielen andern philologischen und physikalischen Beschäftigungen ein Jahr lang verfolgte, entriſs ihn ein neuer Ruf nach Marburg, um dort das ansehnliche Cabinet des verstorbenen Professor Leske zu ordnen und zu beschreiben. Wir müssen in Verwunderung gerathen, wenn wir bedenken, mit welcher unglaublichen Thätigkeit, Behendigkeit und Glück er dies mühsame Werk ausführte; und was nur eine mechanische Arbeit, ein Castellansgeschäft zu seyn schien, ward durch die Lebendigkeit und durch den Geist, die er hineinbrachte, zu einer Epoche für die Mineralogie in Deutschland. Im Sommer 1788 kam er in Marburg an, im November desselben Jahres war die groſse Arbeit beendiget, und im Frühjahr 1789 waren die zwei Bände des *Museum Leskeanum* gedruckt, ausgegeben und in den Händen aller Mineralogen von Deutschland. Dennoch hatte Karsten während der Zeit auch noch das Vogelsgebirge mineralogisch bereist, die Gegenden am Rhein, Siegen und Westphalen, und hatte mehrere Wochen den Aufenthalt

in Göttingen benutzt. Er hatte mannigfaltige neue Verbindungen geschlossen, sich überall Freunde erworben und alle Mineralogen in diesem Theile von Deutschland durch die Bestimmtheit und Leichtigkeit überrascht, mit welche er die Mineralien erkannte, nicht anders, als ständen ihm zu dieser Erkennung geheime Künste zu Gebot; ohnerachtet er mit der natürlichen Offenheit seines Charakters doch nie aufhörte zu zeigen und zu beweisen, daſs Jeder mit Leichtigkeit das gleiche Talent erwerben könne, wenn er das gründliche Studium der äuſseren Kennzeichen vorangehen lieſs. — Es war eine Vorbereitung zu dem Eindruck, den sein Werk machen sollte. —

Denn in der That hat wohl kaum je ein Catalog eine solche Wirkung hervorgebracht. Nun erst sahe man ein, was Wernersche Mineralogie sey; nun erst fing man an zu glauben, daſs auch wohl in den Mineralien selbst etwas bestimmendes seyn möge. Denn, nicht ein Plan war es, der hier dargelegt wurde, es war die Ausführung selbst, an einem so reichen Gemälde wie ein ähnliches kaum Jemand vorher besessen hatte. Grundsätze und Anwendung lagen hier auf jedem Blatte in scharfsinniger Vereinigung vor Augen, und daher auch überall der Beweis, was man mit solchen Grundsätzen vermöge. Eine ganze Reihe neuer, vorher nie beschriebener, nie gekannter Substanzen erschienen nun wie durch einen Zauber plötzlich in gröſster Deutlichkeit und Klarheit, und mit einem bewunderungswürdigen Reichthum von mineralogischen Kenntnissen war aus allen Büchern, die man bis dahin Mineralogieen genannt hatte, die kleine Fläche bemerkt, mit welcher die beschriebene Substanz aus dem groſsen Chaos hervorschimmerte, das sie bei dem Vorgänger umhüllte. Seitdem wagte man es nicht mehr, Curiositäten als Gegenstände der Mineralogie zu betrachten, oder den Werth der Mineralien nach dem zu bestimmen, was der Schmelzofen an Silber und Gold, Blei oder Eisen hervorziehen könne.

Die Mineralogie trat nun würdig auf, als ein wichtiger und nothwendiger Theil der Naturforschung, nicht unwerth an die Seite der so glänzend vorgeschrittenen älteren Theile zu stehen, und man fing an zu ahnen, daſs sie zur Selbstständigkeit der despotischen Hülfe der Chemie nicht bedürfe.

Das war also Karsten's Werk; — und daher war es nur gerecht, wenn sein Buch allen, welche nicht an der Freyberger Quelle selbst schöpfen konnten, Lehrer und Führer ward, und er selbst in und auſser Deutschland

Werner's glücklichster Schüler, der beste und scharfsinnigste aller bekannten Mineralogen genannt ward.

Eine auf solche Art geordnete und beschriebene Sammlung zu besitzen und zu benutzen, machte Kirwan sogar zu einer National-Angelegenheit. Auf seine dringende Verwendung ward die Sammlung durch die Parlamentsglieder Johann Forster und William Burton Cuningham für den Staat angekauft, ihr in Dublin ein eigenes Gebäude errichtet und sie der allgemeinen Benutzung geöffnet. Kirwan selbst beschäftigte sich mehrere Jahre, sie dem Catalog gemäfs aufzustellen und zu studiren. Es war derselbe Kirwan, dessen Mineralogie Karsten einige Jahre vorher so scharf getadelt hatte. Er gab nun eine zweite Auflage dieser Mineralogie heraus, oder besser, ein ganz neues Werk. Denn die Mineralogie, sagt er selbst, hat seit einiger Zeit ein so ganz anderes Ansehn gewonnen, dafs die Schwierigkeiten, sie in ihrer jetzigen Gestalt darzustellen, mich gänzlich abgeschreckt haben würden, es mit einiger Aussicht von gutem Erfolge zu unternehmen, hätte mich nicht dazu ein so günstiger als unerwarteter Vorfall ermuntert. Es ist der verstattete Gebrauch der Leskischen, durch Karsten, nächst Werner dem scharfsinnigsten und gelehrtesten Mineralogen unserer Zeit, geordneten Sammlung, bis jetzt noch immer des vollkommensten Denkmals mineralogischer Einsichten. — Da, sagt Kirwan, lernte er die Mineralogie aus mineralogischem Gesichtspunkt betrachten, und ohne Bedenken gab er den chemischen auf.

Wahrlich, niederschlagender und siegreicher waren wohl nicht die zu widerlegen, welche es strafbare Vermessenheit genannt hatten, als Karsten den Mangel einer mineralogischen Methode in der Kirwanschen Mineralogie zeigte.

Wir können nun, fährt Kirwan fort, sowohl in diesen, als in den benachbarten Ländern ganz sicher auf die Verbreitung genauer und gründlicher mineralogischer Kenntnisse rechnen, seit uns diese Sammlung eröffnet ist, denn unter den einsichtsvollen Gelehrten, welche bisher in dieses Königreich kamen und denen ich Muster dieser Fossilien vorlegte, traf ich keinen, der sie genau unterscheiden konnte, aufser die Mineralogen aus der Wernerschen Schule. — Und dafs sich Kirwan in dieser Hoffnung nicht betrogen hat, davon geben viele Aufsätze die Proben, welche die Schriften der geologischen Societät in London enthalten.

So mochte denn Karsten die schönste Belohnung werden, durch ihn den Funken des Fortschreitens aufgeregt, und gründliche Kenntnisse bis in die entferntesten Theile von Europa verbreitet zu sehen.

Vielleicht hätte diese Arbeit und ihr Erfolg ihn ganz für eine literarische Laufbahn bestimmt, hätte nicht der Minister v. Heynitz ihn stets mit sorgsamem Auge verfolgt, und ihn durch mancherlei Vortheile für den Staat zu gewinnen gesucht. Jetzt rief er ihn zu sich. Und Karsten ward nun in kurzer Zeit, was in der unvergeſslichen Heynitzischen Pflanzschule so viele, einer der würdigsten, der thätigsten und der nützlichsten Geschäftsmänner. Er durchlief schneller als gewöhnlich, vielleicht schneller als man damals Beispiele hatte, die verschiedenen Stufen der Dienstverhältnisse, ward 1789 Assessor der Provincial-Administration, 1792 Bergrath, fünf Jahre darauf als Oberbergrath, Mitglied der allgemeinen Bergwerksdirection, 1803 in seinem 36sten Jahre Geheimerrath, endlich wenige Wochen vor seinem Tode Chef und Leiter des ganzen Bergwesens in den preuſsischen Staaten. — Unvergeſslich und lange fortwirkend sind in dieser Laufbahn seine Verdienste. Denn leicht, klar und sicher vermochte er die verwickeltsten Geschäfte zu übersehen. Er kannte die Menschen, und es war ihm Bedürfniſs, überall das fremde Verdienst zu erregen, hervorzuziehen, in Thätigkeit zu setzen und zu belohnen. — Und diese ausgezeichnet wohlthätige Wirksamkeit, die Liebe des Vaterlandes sind es, welche jeden Versuch zurückdrängen, den die Wissenschaften, oder die zu solchen Hoffnungen aufgeregte Mineralogie wagen möchten, Klagen zu erheben, daſs er ihnen auf diese Art fast gänzlich entrissen zu seyn schien. —

Auch würden diese Klagen nicht gerecht seyn. Karsten ist den Wissenschaften nie untreu geworden. Denn was bei Andern fast mehr als ein Leben schien ausfüllen zu müssen, konnte diesem thätigen Geiste nur einen Theil seiner Zeit rauben. Seine vorherrschende Neigung blieb bis an das Ende seines Lebens der Fortschritt der Mineralogie, und was von ihm, seitdem er angestellt worden, in dieser Hinsicht geschehen, läſst den, so sehr beschäftigten Geschäftsmann nicht ahnen. Es ist kaum ein Jahr vergangen, in dem er nicht irgend eine neue Substanz bekannt gemacht, oder irgend eine neue Ansicht entwickelt hätte; es sind wenige Tage seines Lebens verlaufen, in denen er nicht im Cabinet oder auf Reisen Forschungen angestellt, das Unbestimmte erläutert, Irthümer berichtiget hätte. Diese Augenblicke pflegte er seine Erholungsstunden zu nennen, in denen er für die

die Actengeschäfte auf das Neue Muth und Thätigkeit fand. Die Resultate aber seines Nachdenkens und seiner Verbindungen gehörten nicht ihm, sondern der Welt. Daher waren ihm gesellschaftliche Vereine so nothwendig, die nicht selten durch ihn ganz neues Leben erhielten, in denen er, was er neu erfahren, sogleich bekannt machen, was ihn bewegte und wichtig schien, andern mittheilen konnte. Daher waren die Vorlesungen über die Mineralogie, welche ihm der Minister Heynitz schon seit dem Winter 1789 an Ferber's Stelle aufgetragen hatte, von so ausserordentlichem Erfolg. Jeder seiner Zuhörer überzeugte sich leicht von seinem Bestreben, nicht etwa ein ihm aufgetragenes Geschäft schnell zu vollenden, sondern Alles, was er wusste, frei und offen, klar und lebendig denen, welche sich um ihn versammelt hatten, zu lehren. Wer aber hätte sich wohl überreden mögen, dass Alles, was ein so freundlicher und liebenswürdiger Charakter des Wissens für werth hielt, nicht auch des Erkennens würdig seyn müsse? Er sahe deswegen seinen Hörsaal jährlich von Personen aus allen Ständen und von jedem Alter besetzt. Geschäftsmänner und Gelehrte, Fremde und Einheimische drängten sich in solcher Menge zu ihm, dass er nicht selten zweimal, selbst dreimal in einem Winter dieselben Vorlesungen hielt. —

Es war ihm hierzu ein Leitfaden nöthig, und bloss in dieser Hinsicht liess er 1791 eine tabellarische Uebersicht der mineralogisch einfachen Fossilien drucken. Aber das war eine treffliche Uebersicht des damaligen Zustandes der Mineralogie. Man kaufte begierig das Werk, und schon im folgenden Jahre war eine neue Auflage nothwendig. Als auch diese vergriffen war, entschloss sich Karsten, durch den Beifall ermuntert, seinen Plan zu erweitern, in der Uebersicht die ganze Mineralogie zu umfassen, und nebenher alles dasjenige in der Kürze zu berühren, was ihm Erfahrung und Nachdenken gelehrt hatte. Es erschienen im Jahr 1800 seine mineralogische Tabellen.

Sie mussten nothwendig Aufsehn erregen; denn mit dem vielen Neuen, welches er zuerst bekannt machte, gab er in seinen Grundsätzen der Bestimmung der Mineralien einen unerwarteten Beweis seines vorurtheilsfreien Geistes. Allem Schwankenden, Unbestimmten durchaus zuwider, glaubte er durch die Chemie den festeren Weg zu betreten, und auf die glänzenden Arbeiten der berühmten Männer gestützt, in deren Nähe er lebte, erhob er die Mischung der Bestandtheile, welche die Chemie in den Mineralien entdeckte, zum alleinigen Bestimmungsgrund ihrer Selbstständigkeit, und führte

dies Princip mit strenger Schärfe in den Tabellen durch, wenn auch manche Sonderbarkeit schien dadurch veranlafst zu werden. Entzog er aber der Mineralogie auf solche Art die Bestimmung der Species, so verlangte er doch um so dringender, wie er immer gethan und gegen Kirwan vertheidigt hatte, dafs die Erkennung und Beschreibung ihr ganz allein überlassen, und der Chemie fast gänzlich verweigert seyn müsse. Dadurch wurden nun viele neue Untersuchungen veranlafst, welche überzeugen mufsten, dafs nicht die Art wie man die Mineralien ordnete oder die Classification Hauptbedürfnifs der Mineralogie sey, sondern die Bestimmung desjenigen, was durchaus sich dem entgegengestellt, dafs ein Mineral nicht ein anderes sey. Durch die Chemie dies zu erfahren, schien wohl ein Umweg, weil sie nicht von den Substanzen selbst redet, sondern von ihren Bestandtheilen; auch räumte sie stillschweigend ein, dadurch, dafs sie gestand, einige Bestandtheile der Mineralien könnten wohl, ohne dafs die Natur der Substanz verändert werde, in ihr Mengenverhältnifs veränderlich seyn, dafs in den Mineralien noch etwas anderes bestimmendes liege, als was die chemische Analyse angiebt. Deswegen meinte Werner, vielleicht weniger unrichtig als scharf, müsse der Bestimmungsgrund in dem ganzen Inbegriff der äufseren Kennzeichen, im *Total habitus* des Minerals gesucht werden, und glaubte hierdurch ein natürlich System zu erhalten, welches unter des Meisters Händen nicht anders als der höchsten Aufmerksamkeit würdig seyn konnte. Da erschien im Jahr 1801 Haüy's classisches Werk, in welchem zuerst die Bestimmung der Form durch die ganze Mineralogie durchgeführt ward. Haüy zeigte, dafs alle Krystallformen desselben Minerals sich durch sehr einfache Gesetze auf eine bestimmte, einfache Figur zurückführen lassen, welche uns in sehr vielen Fällen die Natur selbst darbietet, und in welcher die Neigung der Flächen gegen einander nie veränderlich ist, selbst in Sekunden eines Winkels nicht, man mag die Substanzen in sächsischen Bergwerken gesammelt haben, oder auf peruanischen Gebirgen. — Karsten fafste diese Ansicht mit gröfster Lebendigkeit auf; es war ihm die Sicherheit in den Principien Zweck und Bedürfnifs, und nun lehrte ihn ein weiteres Nachdenken bald, dafs die Form der Krystalle nichts anders seyn kann, als die Begränzung der Kräfte, welche in den Mineralien Festigkeit hervorbringen, und sie verhindern zum Flüssigen auseinander zu fallen. Aus dieser Begränzung Richtung und Verhältnifs der wirkenden Kräfte zu finden, mufste nicht unmöglich scheinen, wenn dies auch gleich bisher imme-

noch das unerreichte Ziel der Mineralogie geblieben ist. — Der Mathematik schien also die Bestimmung der Species in der Mineralogie zu gebühren, nicht der Chemie. Gewiss würde Karsten nach diesen Grundsätzen die Mineralien neu zu ordnen und zu bestimmen versucht haben, und hätte ihnen gemäss seine Tabellen verändert, hätte nicht die Krankheit, welche sein Leben beendigte, schon seit Jahren ihm die Zeit geraubt, welche er zu solchen Arbeiten verwandte. Als die neue Ausgabe der Tabellen im Jahr 1808 durchaus nothwendig geworden war, so konnte man, was er gab, immer wieder als eine wichtige Bereicherung der Mineralogie ansehen, allein nur in der Vorrede liess er die vorherrschende Neigung zu den Haüyschen Grundsätzen blicken, und den tiefen Eindruck, den sie auf ihn gemacht hatten; die von seiner Hand so wünschenswerthe Reform unterblieb, und ist nicht eines der kleinsten Güter, die er uns mit seinem Tode entzogen hat.

Aber auf immer besteht sein Denkmal in der grossen und trefflichen Sammlung, die er anlegte, pflegte, vermehrte und zu ihrer jetzigen Vollendung brachte; eine der reichsten Sammlungen, die je gemacht worden, und in diesem Geiste kaum eine. Sie zu vermehren, zu vervollkommnen, zu ordnen sey ihm, sagt er selbst, gegen die Wissenschaften eine heilige Pflicht, und damit zeigte er, wie lebhaft er fühlte, was der Zweck eines solchen Cabinets ist, und wie es erhalten und vermehrt werden müsse. Denn es mahnt uns das Cabinet immerfort, dass wir die Naturkörper nicht einzeln betrachten sollen, als Gegenstände der kalten Bewunderung und des leeren Erstaunens, sondern dass wir versuchen, aus ihnen das ganze Gemälde zu bilden, welches uns in der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Natur aufzufassen zu schwer ist. Und da jeder Zug in dem Gemälde bedeutend ist, so darf und muss das Cabinet nach allem was verschieden ist, oder neue Beziehungen erlaubt, seine habsüchtige Begierde richten. Es wird nach Vollständigkeit streben, nicht der Eitelkeit wegen alles zu besitzen, was irgend ein System aufgeführt, oder was irgend einmal als merkwürdig und sonderbar Ruf in der Welt erlangt hat, sondern weil es dieser Vollständigkeit bedarf, die Natur laut und vernehmlich reden zu lassen. Es sind die fehlenden und nothwendig zu ergänzenden Worte in dem Theil der Rolle, welche uns bis jetzt abzuwickeln erlaubt ward. — So, und nicht anders hatte Karsten stets die Anlage und Einrichtung des Ca-

binets angesehn, und somit hatte er wohl Recht, diese Sorge als ein bedeutendes wissenschaftliches Verdienst zu betrachten.

Schon 1781 hatte der Minister Heynitz die Nothwendigkeit einer solchen Sammlung erkannt, und hatte der öffentlichen Belehrung seine eigne Privatsammlung gegeben. Einige bedeutende Ankäufe hatten sie so weit vermehrt, daſs sie zur Aufstellung eines eigenen Saales bedurfte, den hierzu eine Zeitlang die Akademie der Künste abtrat. Das war es, was Karsten vorfand, als er 1789 seine Vorlesungen anfing. Durch seinen und Herrn Klaproth's Betrieb und Empfehlung ward in demselben Jahre die groſse und reiche Ferbersche Sammlung damit vereinigt, und dem Ganzen einige Zimmer auf dem sogenannten Jägerhof angewiesen. Aber in solchem Local konnte wenig der Vollkommenheit näher gebracht werden. Karsten beruhigte sich nicht eher, von Heinitz kräftig unterstützt, als bis der Sammlung ein ganz eigenes, würdiges Gebäude bewilligt war, in welchem sie im Jahre 1801 aufgestellt werden konnte. Und nun, hätte man glauben mögen, füllten sich die Säle von selbst. Von allen Seiten her kamen die Kisten zusammen; nicht bloſs was die preuſsischen Staaten enthielten, stellte sich hier in leichter und fruchtbarer Uebersicht neben einander, sondern auch Sammlungen aus Italien, aus Frankreich, vom Norden, aus fernen Welttheilen. In wenig Sälen war zusammengedrängt, was die Natur jedem Lande Eigenthümliches zugetheilt hatte, und höchst lehrreich und leicht muſste es seyn, in einem solchen Bilde, in dem eine Uebersicht möglich ist, das Allgemeine vom Besondern zu trennen und die Gesetze der Natur zu studiren. —

Mit dem, ihm ganz eigenen, ausgebildeten und feinen Gefühl für Schicklichkeit und Eleganz hatte Karsten die systematische Sammlung geordnet, so daſs auch durch den freundlichen Eindruck des Aeuſsern das Gemüth vorbereitet war, hier etwas Erfreuliches und Lehrreiches zu finden. — Und schwerlich hätte man hier jemals etwas umsonst gesucht, was auch vielleicht nur vor wenigen Monaten bekannt gemacht oder entdeckt worden war. Denn mit seltener Uneigennützigkeit hatte Karsten seiner eigenen Sammlung entsagt, sobald ihm die Direktion des öffentlichen Cabinets übertragen war, und er hatte sich nie einen Augenblick bedacht, hier alles niederzulegen, was ihm seine mannigfaltigen Verbindungen verschafften, so bedeutend es auch immer seyn mochte. Er hat nur für andere gelebt, und hatte deswegen kein anderes Gefühl, als daſs so vorzüg-

liche Sachen nur das Eigenthum Aller seyn könnten. Als ihn die völlige Zerrüttung seiner Gesundheit im Jahre 1804 nöthigte, den Geschäften für eine Zeitlang zu entsagen, und Zerstreuungsgegenstände zu suchen, unternahm er eine merkwürdige Reise über alle Ketten der Alpen, bis an die Ufer des adriatischen Meeres. Ein wichtiger Aufsatz über das bisher nie gekannte Profil der Alpen in diesem Theile von Deutschland, andere über Wien, und einige, durch ihre Lebhaftigkeit und gefühlvolle Schilderungen höchst anziehende Briefe in der Berliner Monatsschrift waren von dieser Reise die öffentlich bekannt gewordenen Früchte. — Im Cabinet aber kamen nach seiner Zurückkunft in solcher Menge die herrlichsten Sachen zusammen, als wäre es nicht eine Erholungsreise gewesen, sondern als hätte man ihm besonders den Auftrag gegeben, nur allein zum Besten dieses Instituts zu wirken. Schon in seinen Briefen war es sichtlich gewesen, wie er so durchaus keine Ahnung von der Möglichkeit hatte, daſs sein Privatinteresse von dem des Cabinets unterschieden seyn könne. „Ich hatte," sagt er mit sichtbarer Freude, „für das Cabinet ein Stück Muriacit für 150 Fl. „gekauft, jetzt habe ich ein schöneres zum Geschenk erhalten." Und überhaupt: „Zur Suite aus dem südlichen Deutschland hat meine Reise treff„lich gewirkt. Viele Kisten sind bereits abgegangen, viele werden gepackt, „Eisenerz, Idria, Bleiberg, Hall und Berchtesgaden sind mir besonders „günstig gewesen." — Denn überall kam man dem berühmten und liebenswürdigen Manne entgegen, und beeiferte sich ihm zu verschaffen, was er zu wünschen konnte geäuſsert haben; aber seiner gewohnten Thätigkeit und seinem Scharfblick entging wenig von dem, was seiner Lieblingswissenschaft hätte von Nutzen seyn können.

Bei solcher Gesinnung war es denn auch zu begreifen, warum er sich nie Mühe und Beschwerde verdrieſsen und nie durch einen verunglückten Versuch abschrecken lieſs, als bis er das, was die Naturforscher und Liebhaber in ihren Privatcabinetten als einzig priesen und nur allein bei ihnen zu finden, der öffentlichen Sammlung einverleibt hatte. Denn eben dadurch, daſs es einzig war, durfte ein solches Kleinod nicht Eigenthum werden. Es muſste in seiner wahren Verbindung der Welt zur Benutzung und zum Studium offenbar liegen, und die engherzige und widerwärtige Eitelkeit, etwas vor andern allein zu besitzen, was die Natur doch für Alle, nicht für Einen hervorgebracht hatte, konnte nicht anders als quälender Miſston in Karsten's liberalem Gemüth seyn.

Es war zu begreifen, wie er die Geduld fand, allen sich hinzugeben, welche so häufig kamen das Cabinet zu besehen, und ihnen selbst das Merkwürdige zu zeigen. Nie konnte es ihm einfallen, dabei von seinem eigenen Verdienst in der Anlage des Ganzen zu reden, oder von dessen Vorzüglichkeit vor anderen Instituten ähnlicher Art. Aber sehr lag es ihm am Herzen, daſs Niemand wieder fortgehen solle, ohne sich überzeugt zu haben, daſs auch in den unorganischen Substanzen von der Natur eine groſse Bedeutung gelegt worden sey; die Ueberzeugung, welche die jedem preuſsischen Unterthan auf ewig unvergeſsliche Frau so treffend als geistreich ausdrückte, als sie auf einer Einladung ein Mineralcabinet zu besehen antwortete: „Mineralien darf man nur mit Karsten sehen, denn nur Karsten „weiſs die Steine lebendig zu machen."

Viel wäre noch für diese Sammlung geschehen, viel für den Gewinn der Mineralogie überhaupt, hätte Karsten etwas von den Planen ausführen können, die er sich vorgesetzt hatte, und für welche er in seinem erweiterten Wirkungskreise als Chef des Bergwesens neue Hülfsmittel zu finden glaubte. Er sahe deshalb in jeder Hinsicht einer frohen Zukunft entgegen. Denn auch seine häuslichen Verhältnisse waren ihm besonders günstig gewesen. Er hatte das Glück gehabt sich mit einer durch höchst zarten und richtigen Sinn, wie durch gebildete Talente gleich ausgezeichneten Frau zu verbinden, und in zwei liebenswürdigen Töchtern schien der unschuldige Frohsinn des Vaters mit den Talenten und der Bildung der trefflichen Mutter vereinigt.

Aber die Anstrengung seiner Thätigkeit in den letzten Monaten hatte den Rest seiner Gesundheit erschöpft. Er unterlag in seinem 43sten Jahr.

Nicht leicht ist der Werth eines Mannes so allgemein anerkannt, sein Verlust so tief empfunden worden. Freunde, Wissenschaften, Staat glaubten ein gleiches Recht zu haben ihn zu betrauern. Und auch der König würdigte sich über den Verlust auf eine Art zu äuſsern, welche für Karsten zu ehrenvoll ist, um nicht hier angeführt werden zu müssen.

Als die Wittwe das Ordenskreuz zurücksandte, mit welchem der König Karsten's Verdienste 1809 bei der Stiftung des Ordens belohnt hatte, erhielt sie die Antwort:

Besonders Liebe! Der Verlust Eures Ehegatten ist zugleich ein, vielleicht unersetzlicher Verlust für den Staat. Der Männer sind nur wenige,



die Talent, Gelehrsamkeit, Geschäftskenntniss und Liebe zur Sache in so ausgezeichneter Uebereinstimmung mit selten gewordenen Eigenschaften des Herzens in sich vereinigen, und es ist daher innige Theilnahme, die ich Euch hierdurch bezeuge, und mit welcher ich die Zusicherung meiner besonderen Fürsorge für Euch und Eure Kinder verbinde, als Euer gnädiger König.

Potsdam den 25sten May 1810.

Friedrich Wilhelm.

Mögen wir einst beweint werden, wie es Karsten geworden! Mögen unsere Ansprüche auf den Dank der Nachwelt, den seinigen gleichen!

Denkschrift
auf
Georg Ludwig Spalding.

Von Herrn Ph. Buttmann *).

Georg Ludwig Spalding war am 8ten April 1762 zu Barth in Schwedischpommern geboren. Sein Vater war einer der glänzenden Namen des vorigen Jahrhunderts, der als Kanzelredner, als Schrifteller, als Christ und als Mensch gleich vortreffliche Joh. Joach. Spalding, damals erster Prediger am gedachten Orte. Seine Mutter, eine Tochter des Superintendenten Gebhardi zu Stralsund, starb drei Tage nach seiner Geburt. Seine beiden älteren noch lebenden Geschwister sind die Gattin des Königl. Ersten Hofpredigers und Oberkonsistorialraths Sack in Berlin, und der als denkender Kenner und Schriftsteller im Fache der Geschichte vortheihaft bekannte hiesige Königliche Justizrath, Karl August Wilhelm Spalding. Zwei Jahre nach unsers Spalding's Geburt, und nachdem eine Stiefmutter, eine geborne von Sodenstern, an die Stelle der verblichenen Mutter getreten war, zog die Familie nach Berlin, wohin der Vater als Oberkonsistorialrath und Probst bei der Nikolaikirche berufen war.

Georg Ludwig Spalding legte den ersten Grund zu seiner gelehrten Bildung auf dem Berlinischen Gymnasium, das damals unter Büsching's Direction blühete, und genoſs dabei den Unterricht des seit 1775 in des Vaters

*) Vorgelesen den 5. Julius 1814.

Vaters Hause wohnenden Friedrich Gedike. Aber bei einem Manne, wie unser Freund war, verdienen auch die Quellen seiner sittlichen Bildung unsere Aufmerksamkeit. Zwar könnte diese Nachfrage, sobald ein solcher Vater genannt ist, überflüssig scheinen: aber mit Recht wird bezweifelt, ob bei dem Ideal einer im sittlichen Sinne vollendeten Erziehung dem in der Welt, im Staat, im Amte lebenden Vater auch nur die Hälfte des Antheils gebühre. Wer Spaldings jungfräulichen Sinn kannte, der erkannte auch die Hand einer Mutter, und erstaunte, wenn er hörte, daſs seine Geburt der Mutter Tod gewesen, und er durch stiefmütterliche Hände geworden, was er war. Zwar die erste Stiefmutter konnte nur auf dessen frühere Kindesjahre wirken. Die wahre Pflegerin seiner Seele, die wahre Mutter fand Spalding erst in seinem dreizehnten Jahre. Im Jahre 1775 vermählte sein Vater sich mit Marie Charlotte Lieberkühn, Tochter des berühmten Arztes dieses Namens. Diese vortreffliche Frau hatte bloſs aus der reinsten Liebe und Verehrung diese Verbindung getroffen. Ihr war Zweck und Lohn zugleich, dem schon ins Greisenalter übergehenden würdigen Manne die letzte Zeit seines Lebens zu erleichtern und zu verschönern, und die Erziehung seiner Kinder zu vollenden. Und daſs diese ihre ganze sittliche Bildung hauptsächlich von ihr empfangen haben, davon hat sie die rührendste Anerkennung dieser dankbaren Gemüther fortdauernd genossen. Und als sie bald nach dem Tode ihres Gatten, gleich als nach vollendetem hohen Beruf, selbst starb, da starb sie, der die Natur eigne Kinder versagt hatte, den glücklichen Tod einer tiefbetrauerten, zärtlich geliebten Mutter. Namentlich Georg Ludwig Spalding hat ihr Andenken auch in die Herzen derjenigen verpflanzet, in welchen das seinige fortlebt.

Die Jahre 1779 bis 1782 waren Spalding's Universitätsjahre, erst zu Göttingen, dann zu Halle. Seine Lehrer brauchen wir also nicht zu nennen: denn Spalding lieſs keinen der berühmten Männer ungenutzt, die damals in der Gottesgelahrtheit und beiderlei alten Litteratur auf diesen hohen Schulen glänzten. Die ersten Jahre nach seiner Zurückkunft konnte er glücklicherweise, ohne durch Uebernahme eines Geschäftes sich abhängig zu machen, den Studien sich ergeben, und selbst eine groſse Reise unternehmen, die er im Jahre 1784 antrat, und auf welcher er sich als Mensch und Gelehrter vielseitig ausbildete. So lange er lebte behielt er in lebendigem Gedächtniſs die Eigenthümlichkeiten der berühmten Männer, die er in der Schweiz, in Frankreich, in England und in Holland gesehen und

kennen gelernt hatte; und eine Menge Reden und Belehrungen derselben blieben ihm stets gegenwärtig und nützlich. Seine so erworbnen Kenntnisse empfahlen ihn bald nach seiner Rückkehr als Lehrer der Prinzen im Ferdinandschen Hause; und im Jahre 1787 erhielt er die jüngste Professorstelle am Berlinischen Gymnasium. Mehre zusammentreffende Umstände, besonders aber die Richtung, welche die geistlichen Angelegenheiten damals in unserem Staate nahmen, entschieden ihn um diese Zeit erst, sich ausschließend dem Studium der Alten und dem Schulfache zu widmen.

Erst im Jahre 1790 sah er sich veranlaſst, den akademischen Grad in der Philosophie anzunehmen, wozu die mit dem Berlinischen Gymnasium verbundene Streitische Stiftung die oberen Lehrer dieser Anstalt verpflichtet. Er reiste also in diesem Jahre nach Halle; denn es lag in seinem Charakter, daſs er eine Würde, welche zu erwerben ihm Pflicht war, nach der vollen Vorschrift akademischer Gesetze erwarb, und jede Abkürzung dessen, was in Ansehung seiner bloſs Form sein konnte, verschmähte. Er disputirte über eine Abhandlung, die wir nachher noch berühren wollen, und hatte die angesehensten Männer der Universität zu Opponenten.

Aber weit wichtiger wurde dies Jahr für Spalding durch Stiftung dessen, was sonst in einem von der litterarischen Seite betrachteten Lebenslauf nicht in den Vorgrund zu treten pflegt, was aber für ihn zur Hälfte die Gründung seines ganzen Daseins von da an in jeder Beziehung war; seiner Ehe. Von seinem 78jährigen, aber noch der vollen Munterkeit des Geistes genieſsenden Vater ward er getraut mit Wilhelmine Luise gebornen Müller, verwittweten Alberthal, als Tochter und Witwe aus angesehenen und wohlhabenden Handelshäusern in diese Verbindung mit einem Manne tretend, der nur der Wissenschaft lebte. Zwei Menschen zu finden, die mehr für einander geschaffen wären als dieses Paar, ist schwer: also auch schwer eine glücklichere Ehe zu denken als diese. Mit der zärtlichsten Liebe und der vollkommensten ehelichen Vertraulichkeit sah man hier zugleich die höchste gegenseitige Verehrung in bewunderungswürdiger Verbindung. Aber diese Verehrung dessen, was er ganz liebte, war Bedürfniſs für Spalding; und so war das weniger gewöhnliche Verhältniſs des Alters — Spalding war um einige Jahre jünger als seine Gattin — hier die Beförderung der Harmonie. Spaldings Herz war bei allem was er that; wer sein Herz also theilte, muſste theilnehmen an allem was er that. Hiezu war niemand geschickter als diese Frau. Weit entfernt, obgleich in jedem

Sinne ausgebildet, aus der Sfäre der Weiblichkeit zu treten; mit einem Manne verbunden, dessen Studium, die alten Sprachen, zu den der weiblichen Bildung fremderen gehört: wufste sie doch an allem, was ihn beschäftigte, auf die ungezwungenste Art und mit ungeheucheltem Sinne theilzunehmen. Und er, bei jedem Gegenstand der seine Seele erfüllte, war er auch aus den umhülltesten seiner Wissenschaft, ruhte nicht eher, bis er ihm eine Seite abgewann, wodurch er ihn der Seele auch seiner Gefährtin näher brachte, und so den Genufs gemeinsamen Betreibens auch in diesem Theile seines Thuns erlangte.

Wir können das Jahr 1792 noch nicht verlassen; denn noch einer der Anfänge von Spaldings künftigem Leben lag darin, so wenig es damals dafür gelten konnte. In diesem Jahre nahm Spalding den Antrag eines Leipziger Verlegers an, den Quintilian herauszugeben. Die erste Meinung beider war nur, eine mit Urtheil und Wahl aus dem Vorhandenen gemachte brauchbare Handausgabe zu liefern. Spalding ahnete so wenig, dafs er das Werk seines Lebens begann, dafs er vielmehr, wie er oft nachher lächelnd sich erinnerte, einem Freunde vorrechnete, wie er 1796 den Schlufs des Ganzen zur Messe zu liefern gedenke. Das Schicksal hatte beschlossen, dafs er nach 19 Jahren ein unvollendetes Werk hinterlassen sollte. Er begann die Arbeit sogleich, indem er zuerst das ganze Werk mit kursorischer Kritik durchlas. Aber er hätte nicht Spalding sein müssen, wenn zu dem, was er kalt übernommen hatte, und was ein kaltes Werk, die Herausgabe eines Redekünstlers zu sein schien, nicht sehr bald sein Herz hinzugetreten wäre. Quintilian stand täglich mehr als Person vor ihm; durch Verwandtschaft entdeckten sich ihm schnell dessen edele Seiten; und die Freundschaft war geschlossen. Er konnte schmählen auf ihn, und grollen über so manche Schwäche, besonders über die unwürdige Schmeichelei gegen Domitian; aber er nahm sich seiner auch an, als eines Abwesenden gegen einen Dritten, so oft ein Freund zu ihm kam; gegen welchen er freilich meist erst selbst, gleichsam um seinem Herzen Luft zu machen, als Ankläger des Alten auftrat. Kurz, von nun an hatte und behielt auf immer Spaldings Leben drei Theile, sein Amt, seine Familie, seinen Quintilian. Was er sonst that, mufste ein Theil oder ein Nebenwerk jener drei sein oder werden können. Was dazu sich nicht lieh, das übernahm er gewifs nicht.

Dies war die Hauptursach, warum er, als 1803 nach Gedikens Tod ihm, nicht blofs als ältestem Professor, sondern weil die allgemeine Stimme

ihn ernannte, die Direktorstelle seines Gymnasiums angetragen wurde, sie aufs bestimmteste ablehnte. Allerdings zwar war sein bloſs an Denken und Empfinden, an das Auffassen und Wiedergeben alles Schönen und Guten, an eine ruhige Enthüllung und ausdauernde Scheidung und Reinigung dessen, was dieser Art in den Ueberresten des Alterthums lag; allerdings war sein bloſs hieran so lange gewöhnter Geist weniger gestimmt für die mechanischen Theile der Geschäfte, die eine äuſsere Fertigkeit und rücksichtnehmende Klugheit erfodern. Pünktlich zwar und mit Ordnungsliebe und Einsicht erfüllte er alles, was dieser Art in seinem beschränkteren Wirkungskreise und in Privatverhältnissen ihm oblag: aber wie segnete er nicht auch oft jene treue Hand an seiner Seite, die, so wie sie Bücher in nicht verstandener Sprache ihm vergleichen half, so auch bei ermüdenden Rechnungen und andern lästigen Geschäften ihm behülflich war, und was irgend ziemte ihm ganz abnahm. Allerdings also muſste diese Gewöhnung bei ihm, der stets eine sehr beschränkte Meinung von sich selbst hatte, das Scheingefühl annehmen der Untüchtigkeit zu einer Geschäftsführung von diesem Umfang und von dieser Wichtigkeit. Durch alles dies jedoch würde sein männlicher Entschluſs, sein heller Geist und seine hohe Freude Gutes zu wirken ihm geholfen haben; so wie er treue abnehmende Gehülfen auch unter seinen Kollegen gefunden haben würde. Allein jener dreifache Beruf war nun schon in sein Innerstes gegründet. Durch Erweiterung des einen fürchtete er die andern schmälern oder gar aufgeben zu müssen. Und dies war ihm unmöglich.

Aber darum erhöhte sich Spaldings Verdienst um die Anstalt seitdem nicht minder. Spalding hatte durch seine Eigenthümlichkeit allmählich die gröſste Liebe der Schüler und zugleich das gröſste Ansehen sich erworben. Auch die Jugend sah und fühlte, daſs ihm alles was er sprach und that von Herzen kam; dabei war er, so lange alles in der Ordnung blieb, mild und gütig nicht nur, sondern übte selbst eine achtungsvolle und ehrende Behandlung gegen jeden der Jüngeren, der sich dessen nicht unwürdig zeigte. Auf diesen Grund konnte er denn auch alles stützen. Ohne seiner Liebe bei allen und bei dem Einzelen im mindesten zu schaden, konnte er in eine Strenge und Härte übergehn, die andern Schulmännern bedenklich sein müſste. Denn eben dieser sanfte, stets billige Mann konnte, sobald er die Ordnung und das Recht wissentlich und ohne Scheu übertreten sah, aber auch nur dann, in einen Eifer gerathen, welcher der Ergreifung eines höhern

Wesens ähnlich sah. Man kann sagen, daſs er alsdann nicht in gewöhnlichen Worten sprach: sondern, ohne seiner und der Sache Würde im mindesten zu vergeben, oder den wahren Anstand zu verletzen, gleichsam in einer besonnenen Wuth, ergoſs er sich dann in Ausdrücken und Einfällen, worauf er sonst nie gekommen wäre, oder auch, wenn die Veranlassung sich anders gestaltet hatte, in einem Humor, der ihm in diesem Grade sonst nie zu Gebot stand. Auch im Zirkel der Freunde konnte ihn dies ergreifen, wenn es ihm schien, daſs die Erwähnung eines Frevels nicht sogleich mit dem gebührenden Unwillen begleitet war. Die Umgebung schwieg dann wie um einen Begeisterten. Wenn er aber seinem Gemüthe genug gethan hatte, so konnte auch er, was nach leidenschaftlichem Erguſs sonst so selten ist, mit ungetrübtem Gefühl schweigen, in die Unterhaltung allmählich wieder eingreifen, oder heitern Abschied nehmen. Denn auſser daſs er sich eines freieren Rechts der dem Eifer zustehenden Hyperbel bedient hatte, war er sich nichts bewuſst; und gekränkt konnte er niemand haben, der edel war wie er, wenn er auch anders dachte über den vorliegenden Fall. Einem solchen Eiferer gegenüber denke man sich nun einen schuldbewuſsten, aber sonst gutartigen Jüngling; man denke sich die horchende Menge auch der Schuldlosen umher; und man wird das auf Liebe und Scheu zugleich gegründete, und durch die bei allen lebendige Ueberzeugung von der Gründlichkeit seines Wissens unterstützte Ansehn dieses Lehrers sich vorstellen können. Dabei hatte sein Glück ihm Männer von ausgezeichnetem Verdienst und in ihren Fächern eben so gründlichen Kenntnissen zu Kollegen gegeben, und von solchen konnte ihm die edle und unbefangene Anerkennung seines Vorranges im gewichtvollen Einfluſs auf das Wohl der Anstalt nicht fehlen. So also verdankte diese ihm und diesem würdigen Verein ihren ungestörten Bestand und hohen Flor durch die schwierigen Zeiten des Ueberganges, und der Neuheit des aus der Ferne berufenen Vorstehers, welcher fortdauernd in ihm seine wichtigste Stütze fand. Da auch dieser einige Lehrstunden mehr übernahm, als sein allzu beschäftigter Vorgänger hatte geben können, so erwarb unser Freund hiedurch, ohne daſs seine Kollegen dabei litten, die sehnlich gewünschte und verdiente Erleichterung, daſs ihm einige Stunden abgenommen, und die übrigen (wozu er natürlich diejenigen Lehrgegenstände wählte, in denen er sich am wirksamsten fühlte) so gelegt wurden, daſs er mit Aufopferung der ganzen Vormittage alle Nachmittage sich und seinem Quintilian widmen konnte.

Noch in eben diesem Jahre 1803 ward er zum Mitglied unserer Akademie in der historisch-philologischen Klasse gewählt. Die Abhandlungen, die er in einem Zeitraume von 8 Jahren lieferte, enthalten zwar im Ganzen nicht tiefe Forschungen. Seine Beschäftigungen, namentlich unter den ganz litterarischen seine Hauptarbeit, gingen einen gleichmäſsigen Gang fort, den er zu beschleunigen strebte, soviel als es seine gewissenhafte Gründlichkeit erlaubte; aber eben darum konnte er nie einen einzelen Gegenstand so ganz verfolgen, als er selbst oft, mit unmuthigem Selbsttadel, von einer akademischen Untersuchung verlangte. Alle aber, soviel deren in den Druck gekommen, sind belehrend, gründlich, dabei geistvoll vorgetragen und unterhaltend, wie alles was vom Herzen kommt; denn wir haben nun schon gesehen, daſs dies bei Spalding immer mitsprach. Sein Verhalten und Benehmen in allen übrigen Gattungen akademischer Thätigkeit und Mittheilung (er war zuletzt Sekretar seiner Klasse) war so, daſs schwerlich einer seiner Mitbrüder in diesem Vereine ist, der nicht noch jetzt den Gedanken, ihn entbehren zu müssen, mit Wehmuth empfände.

Im Jahre 1805 ergriff er eine Familien-Veranlassung, um seine Thätigkeit auf eine wohlthätige und belebende Art durch eine Reise nach und durch Italien zu unterbrechen. Sie dauerte nur sieben Monate, aber sie erfüllte ihn mit Genüssen, welche die Natur und die Ahnungen des Alterthums gewährten. Und auch für die Wissenschaft und sein Studium benutzte er diesen schnellen Durchflug gewissenhaft, indem er keinen Gelehrten seines Fachs und keine Bibliothek unbesucht lieſs. Von der bedeutenden Ausbeute, die seinem Quintilian dadurch ward, spricht seine Vorrede zum dritten Theil.

In seinen letzten Jahren erfuhren seine amtlichen Verhältnisse doch Erweiterungen, die er nur annahm weil sie vorübergehend waren. Der König setzte ihn in die Kommission zur Einrichtung und Verbesserung der Kriegsschule, ein Geschäft, das ihm nicht wenig Arbeit und durch die häufigen Konferenzen viele seinen Studien entrissene Zeit kostete; was ihm nur der Gedanke an das geförderte Gute und sein reiner Patriotismus erträglich machte. Zuletzt trat er in die wissenschaftliche Deputation beim Departement des öffentlichen Unterrichts. Auch bei der Annahme dieser Geschäfte mischte sich in die widerstrebende Empfindung, die er zu überwinden hatte, seine Ueberzeugung, daſs er untüchtig sei zu jeder eigentlichen Geschäftsführung, indem er, wie er sich in seinem Antwortschreiben an die Behörde

ausdrückte, ohne irgend einige Uebung darin in das höhere Mannesalter gekommen sei. Ausdrücklich fügte er hinzu, dafs ihn nur die jährlichen Einschnitte in dieser Geschäftsführung beruhigten, da binnen einer solchen Frist es sich doch ohne gar grofsen Nachtheil für das Ganze zeigen müsse, in wie fern sein Eifer glücklich sei. Dies zeigte sich denn so, dafs ihm bald das Direktorium der Deputation übertragen wurde, in welcher Amtsführung ihn der Tod hinwegnahm.

Mit dieser vielfachen und wahren Thätigkeit suchte Spalding, soviel er konnte, ländliche Ruhe zu verbinden. Durch seine Gattin war er im Besitz eines kleinen Gutes in dem eine Meile von Berlin gelegenen schönen Dorfe Friedrichsfelde. Anfänglich mufste er sich genügen lassen, den Sonnabend und Sonntag dort zuzubringen. Durch die erleichternden Einrichtungen in seinem Schulamte ward es ihm endlich möglich, den Sommer ganz draufsen zu wohnen, indem er nur die Vormittage und die einzelen Fälle, wo ihn andre Amtsgeschäfte in die Stadt riefen, in dieser zubrachte. Wem dieser Aufenthalt auf dem Lande ein so grofser Theil des Lebensglückes war; wer ihn mit seiner Thätigkeit und seinen Studien so zu verbinden wufste, und so dazu durch denselben gestärkt ward: dem war diese Verschönerung, leider nur weniger Jahre, wohl zu gönnen. „Eigentlich spazieren ging Spalding fast nie; aber" — ich bediene mich der Worte der Freundin seines Herzens — „dafs er von seinem Schreibtische ins Freie sehn konnte, dafs er ins Freie irgendwo seine Alten mitnehmen und sie studiren konnte, das war ihm hoher Genufs, und oft pries er diesen laut und froh." Was aber diesen Genufs ihm vorzüglich erhöhte, war sein geselliger und gastfreundlicher Sinn. Ein Mann von Spaldings Werth und von so trefflichen Familien-Verbindungen hatte der Freunde, wahrhaft liebender Freunde, nicht wenige. Und diese konnten ihn nicht mehr beglücken, als wenn sie die Freuden sittlicher und wissenschaftlicher Unterhaltung in sein stilles Dörfchen brachten.

Spalding war nie bedeutend krank gewesen. Seines Körpers Bau und Beschaffenheit, ohne gerade blühend zu sein, erweckten doch auch nicht den Begriff der Kränklichkeit. Indessen hatte er einige Perioden, wo ein Uebelbefinden von seinem Nervensystem auszugehn schien, das seine Freunde besorgt machte. Wie es gerade bei Edeldenkenden gewöhnlich ist, mischte sich eine moralische Wechselwirkung hinzu. Eine solche Periode war, als eben durch die neuen wissenschaftlichen Anstalten ein reges Leben wieder

in dem durch einen furchtbaren Krieg niedergedrückten Vaterlande sich zu verbreiten anfing. Hier ergriff den Trefflichen wieder der schon berührte ungerechte Unmuth über sich selbst. Er glaubte sich nicht fähig so mitzuwirken, wie sein brennender Eifer für das Wohl des Vaterlandes, der Menschheit, der Wissenschaft es verlangten. Jedoch dieser Zustand war nicht von sehr langer Dauer. Eigne Erfahrung von dem Erfolg seines Bestrebens in den zuletzt erwähnten Kreisen seiner Thätigkeit hatten ihn glücklich enttäuscht. Er befand sich schon seit ein Paar Wochen so wohl als je, und genoſs in ganzer Fülle mit dankbarem Sinn während der Pfingstferien die Freuden seines ländlichen Aufenthalts, wo gerade auch eine der Gattin an Geist und Gemüth ähnliche Freundin einige Tage verlebte. Er hatte an einem Tage bis zur Mittagszeit an seinem Quintilian gearbeitet; Nachmittags, weil er sich etwas unbehaglich befand, bloſs aus Vorsicht ein Mittel genommen, und sehr gut darauf geschlafen; und er saſs nun, es war Abends vor 8 Uhr, heiter und wohl vor der Thür des Landhauses. Die Gattin hatte sich vor wenig Augenblicken entfernt. Die Freundin las ihm einen Familien-Brief vor, den er mit der ihm eigenen ergetzlichen Theilnahme anhörte, und dann darüber sprach. Die Freundin hatte ihm eben eine Frage beantwortet, und ihren Blick wieder abgewandt, als ein ungewohnter Laut von ihm sie aufmerksam machte. Sie ergreift den mit gesenktem Haupt dasitzenden. Spalding war der Erde entflohn.

Wir haben ein mit wenig Zumischungen höchst glückliches Leben geschildert, und einen vollkommen glücklichen Tod. Er hat ihn verdient. So mögen denn die irdischen Gefühle schweigen, die uns sagen, daſs es ein zu früher Tod gewesen. Er erfolgte am 7ten Junius 1811, nachdem Spalding sein Leben auf 49 Jahre und zwei Monate gebracht. Die Eröffnung zeigte eine Verknöcherung in den Zweigen der Luftröhre. Statt der Leiden, welche dieser Zustand hätte bewirken können, erfolgte dieser Nervenschlag. Spaldings Hülle liegt wo er so gerne gelebt hat. Dicht an der Frankfurter Landstraſse, den dorthin reisenden zur rechten, erhebt sich, als sanfter Hügel, und ohne Umschlieſsung, der ländlich schöne durch ehrwürdige Bäume ausgezeichnete Gottesacker des Dorfes Friedrichsfelde. Am äuſsersten Ende desselben erblickt man Spalding's Grab.

Was wir von dem Verewigten noch zu sagen haben, beginnen wir mit einer kurzen Nachricht von ihm als Schriftsteller. Er hat wenig drukken lassen. Alles trägt das Gepräg, das wir von seinen akademischen Ab-

hand-

handlungen bemerklich gemacht haben. Seine Doktor-Disputation: *Commentarius in primam partem libelli de Xenophane, Zenone et Gorgia; praemissis vindiciis philosophorum Megaricorum. Berol.* 1793. 8. weist ihm dies Feld kritischer Bearbeitung, die Geschichte der alten Philosophie, das er nachher, jenem äufsern Beruf folgend, wieder verliefs, als eigenthümlich an. Nachdem er in der vorausgeschickten Darstellung mit Geist und Kenntnifs die berüchtigte Zanksucht der Megarischen Philosophen in ein würdigeres Licht gesetzt, arbeitet er sich mit Geduld durch einen Theil jenes unter Aristoteles Werken auf uns gekommenen Traktats, welchen innere Dunkelheiten und grofse Verderbung zu einem der schwierigsten machen, zufrieden, sein Antheil zur Aufhellung desselben beigetragen zu haben; und kein geringer Beitrag ist schon allein der, dafs er die falsche Ueberschrift des Buchs, wonach jener erste Theil vom Xenophanes handeln soll, nicht blofs widerlegt, sondern dafs er glücklich enthüllet hat, was bis dahin niemand geahnet, dafs der behandelte, aber während der Behandlung nie genannte alte Philosoph, der Eleatiker Melissus ist. Seine Ausgabe der Demosthenischen Rede gegen den Midias hat durchaus nur zum Zweck, einen wohlfeilen Text zum griechischen Schulunterricht zu geben. Doch regt er in seinen Noten viel Gutes an, und in seiner Vorrede hat er zu der verwickelten Materie, die Ruhnkenius erst im Wesentlichen aufgeklärt hatte, über die verschiedenen attischen Dionysien, keinen unbedeutenden Beitrag geliefert, indem er zuerst entdeckte, dafs die Dionysien im Piräeus, die ebenfalls mit Pomp und Spielen gegeben wurden, so wie auch die andern nach attischen Dörfern benannt vorkommenden Dionysien, eben jene ländlichen Dionysien ausmachten, die man bisher nur nach diesem allgemeineren Namen gekannt. Diesen Gegenstand hat er nachher noch weiter verfolgt in der vorzüglichsten seiner akademischen Abhandlungen, einer lateinischen, die in dem Hefte der historisch-philologischen Klasse von 1804 bis 1811 abgedruckt ist, und worin er Ruhnkenius Darstellung des Ganzen zwar im Wesentlichen nur bestätigt, sie aber durch interessante Bemerkungen und Vergleichungen in ein neues Licht setzt, indem er unter andern zeigt, dafs die ältesten oder ländlichen Dionysien nichts anders waren, als die bei allen europäischen Völkern von jeher einheimische Winterlustbarkeit, nur dafs die Griechen sie, sehr begreiflich, dem Dionysos weihten. — Seine übrigen in den Bänden der Akademie abgedruckten Abhandlungen, die

niemand ohne Vergnügen lesen wird, sind: Ueber Seneka's Tröstung an den Polybius, deren Echtheit gerettet wird; Ueber den Urheber der Wörter *Ens* und *Essentia*; und Ueber die Zauberei durch Schlangen; wozu noch kommt die in das *Museum Antiquitatis Studiorum* erweitert eingerückte *de Oratione Marcelliana*, deren Unechtheit als einer Ciceronischen er das entschiedenste Siegel aufdrückt.

Von Spalding's Hauptwerk, dem Quintilian, haben wir schon bemerkt, daſs es eigentlich eine mit Wahl und Urtheil gereinigte Handausgabe werden sollte. Allein er bemerkte bald, daſs in der ersten Darstellung des gangbaren Textes groſse Willkürlichkeit geherrscht hatte, und daſs bei den groſsen Verderbungen des ursprünglichen Textes die ältesten Besorger und Herausgeber, wo sie nichts verstehn konnten, vielfältig und meist stillschweigend einen eignen Sinn erst hineingebracht hatten. Diese offenbar nicht Quintilianischen Stellen, ja oft ganz falschen und widersinnigen Gedanken, konnte er natürlich auch in einer Handausgabe nicht lassen. Er muſste also von vorn an trachten, aus den Handschriften wenigstens die älteren, wenn auch nicht immer verständlichern, ja selbst die verdorbenen, aber bloſs durch den blinden Zufall unwissender Abschreiber verdorbenen, Lesarten herzustellen, und in seinen Anmerkungen darüber Rechenschaft zu geben. So erwuchs ihm dann nothwendig eine kritische Ausgabe unter Händen, und da ihm während der Arbeit erst manche treffliche Hülfsmittel an Handschriften und alten Ausgaben zukamen, so muſste er von da an, wo er sie erhielt, sie mit benutzen; da er sich denn vorbehielt, alles was dieser Art von vorn herein ihm abgegangen war, in einem supplementarischen Bande zuletzt nachzutragen. Aber der Tod überraschte ihn, als er mit der Hauptarbeit noch nicht fertig war. Drei Bände, die ersten neun Bücher enthaltend, sind erschienen. Von den drei letzten Büchern hatte er zwei handschriftlich ausgearbeitet und das letzte begonnen. Es fehlte also noch die Vollendung dieses, und die letzte Ueberarbeitung auch der zwei fertigen Bücher zum Drucke. Dies ist nun befreundeten zwar, aber doch dieser Arbeit fremden Händen überlassen; und so haben sich der beschleunigten Vollendung, die doch nur Vollendung im Aeuſsern werden kann, vielfältige Hemmungen entgegen gestellt. In dem, was Spalding schon herausgegeben, leibet und lebet sein ganzes Wesen. Zürnend, ergrimmt möchte man sagen, über so viele Herausgeber, welche Schwierigkeiten, die sie nicht

genügend lösen konnten, stillschweigend übergehn, und so den Leser, den lernenden Jüngling, in Verzweiflung setzen, weil er denken muſs, stumpfsinnig nicht zu verstehn, was klar da liege, zürnend hierüber, sage ich, läſst er auch das mindeste Bedenken nicht unbesprochen; und zwar häufig nur, um offen und mit liebenswürdigem Unmuth zu sagen, was jene klug verschwiegen: daſs er nicht Rath wisse. 'Wo Spalding schweigt, da kann man sicher sein, daſs die Stelle verständlich ist, oder daſs sie ihm so erschien,' und daſs man also zwar irren kann, aber mit ihm. Ueberall hat der Leser, neben der Belehrung die ihm jede Seite darbietet, diesen hohen Genuſs der seltensten Liebe zur Wahrheit, verbunden mit der Liebe zum Schönen und Guten. Spalding ist vielleicht der einzige Herausgeber eines Alten, der gerade in dem trockensten Theile der Bearbeitung, in der Kritik der Lesarten, am liebenswürdigsten erscheint. Denn so oft er die dürre Liste der Abweichungen unterbrechen muſs, um selbst zu sprechen, spricht sogleich auch hier sein Herz. Scharfsinnig entdeckte Spalding, daſs einige Handschriften, die zu den verdorbensten gehören, überall die ältesten Spuren der echten Lesart eben in diesen Verderbungen darbieten, deren oberflächliche Heilung jene oft unheilbar scheinenden Verwirrungen hervorgebracht haben. Wiederholt des Glückes sich bewuſst, aus diesen Spuren die wahre Hand und den wahren Sinn des Alten gefunden zu haben, ging die Liebe zu seinem Autor nun auch auf diese getreuen Gehülfen seiner heilenden Bemühungen über, und so theilt sie sich dem empfänglichen Leser mit. Groſse glückliche Entscheidungen über verzweifelte Stellen enthält Spaldings Ausgabe nicht häufig, aber eine desto gleichmäſsiger durchgehende Behandlung mit Kenntniſs und richtigem Gefühl, welche das Ganze der Wahrheit näher bringt, als es jenem andern Talente oft gelingt. In den erklärenden Noten ist er karg mit dem Bekannten, ohne doch zu viel zu verlangen; dabei zufrieden mit dem was jedesmal die vorliegende Sache verlangt, nirgend strebend nach Reichthum, aber wie überall gründlich und belehrend, und hier besonders auch klar.

Wir haben diese Nachrichten vorausgeschickt, um von dem Geiste Spaldings, als Gelehrten, und von dem Felde seines Denkens eine Anschauung zu bewirken, auf welche, als Grundlage bauend, wir nun noch einige Züge beizufügen haben, um seine Schilderung von dieser Seite zu vollenden. Spalding war ein Gelehrter im ehrwürdigsten Sinne des Worts. Da-

zu stempelten ihn eine stets rege Wiſsbegierde, die reinste Wahrheitsliebe und ein vollkommen heller Geist. Aber nichts kann entfernter sein, als seine Wiſsbegierde war von der Sucht zu wissen. Von den frühsten Zeiten an standen ihm edle Zwecke des Wissens vor der Seele, und um dieser gewiſs zu sein, beschränkte er sich auf ein Gebiet, welches er umfassen zu können hoffte. Die Grundlage seiner Erziehung und sein philosophischer Geist setzten ihn in den Stand, die Begründungen der übrigen Zweige menschliches Wissens einzusehn und ihre wahren Richtungen zu erkennen; ein Talent, das nicht selten denjenigen fehlt, die innerhalb solcher Wissenschaften selbst Verdienst sich erwerben. Hiemit sich begnügend, und durchdrungen dabei von Achtung gegen diese Kenntnisse selbst, so wie von Bewunderung gegen ihre Besitzer, entzog er sich mit der unbefangensten Entsagung jeder stückweisen oder oberflächlichen Aneignung derselben; und nicht etwa mit stolzem Seitenblick auf das Feld, das er nicht bearbeitete, sondern mit wahrhaft liebenswürdiger Harmlosigkeit gestand er bei jeder Gelegenheit seine Unwissenheit, wenn es auch Gegenstände von der gemeinnützigeren Art waren, auf welche der Gang seiner Bildung ihn zufällig weniger geführt, oder welche die Vergessenheit ihm entrückt hatte: wobei er nie ermangelte, jedem andern seiner Freunde in vollem Maaſse das zuzutrauen, was ihm abging. Bei der Erwählung seines eignen Faches aber waren von Anfang an diese zwei Hauptzwecke deutlich und thätig bei ihm, nützlich zu werden durch Unterricht, und sein eignes Innere auszuschmücken und zu erhöhen; Zwecke, die ihm beide so schön gelungen sind. Was von diesem seinen geistigen Erwerb übergehn möchte durch Schriftstellung auf andre, das überlieſs er der reifenden Zeit und dem inneren Beruf, ohne es zu einem Zwecke seines gelehrten Daseins zu machen. Auch in seinem Fache selbst wieder beschränkte er sich hauptsächlich auf das Studium der Sprachen und der von ihnen ausgehenden schönen Künste. Was ihn dazu besonders eignete, war sein schon erwähnter philosophischer Geist. Denn da dem Philosophen nichts wirkliches klein ist, und am wenigsten das Menschliche, so fand auch er Belehrung und hohes Interesse in den gleichsam mikroskopischen Theilen der Sprache. Und nichts konnte ihn mehr verdrieſsen, als wenn man die Sprache, die ihn als Naturprodukt anzog, nach logischen Grundsätzen meistern wollte, oder Etymologien, die der

Gebrauch entbehrlich gefunden und verwischt hatte, durch eigne Sprech- und Schreibart wieder hervorzog. Auf diesem echten Wege empirischer Gründlichkeit hatte er es erworben, daſs er den Sinn schwerer Stellen leicht faſste, und Nebenzüge fühlte, die sich andern verbargen. Als echter Philolog, und als ein Schulmann, welcher weiſs warum die alten Sprachen getrieben werden, machte er daher auf solche Kleinheiten vorzüglich aufmerksam, und lieſs öfters den Sach-Inhalt minder beachtet, oder verschmähte den dem Seichten so willkommenen Stoff zu philosophiren, ganz zufrieden diesem Seichten nun wieder pedantisch zu erscheinen. Sobald er aber als Gelehrter für Gelehrte arbeitete, entging ihm nicht leicht eine Seite seines Gegenstandes. Gründlich und mühsam durchforschte er alles, und auch wo die völlige Entwickelung der Wahrheit schwierig oder unmöglich war, konnte man sich entweder bei seiner Ansicht beruhigen, oder er befriedigte doch auch durch reine Darlegung dessen, was fernerhin noch in Frage blieb. Von eignen vorgefaſsten Meinungen, wodurch er andre hätte irre führen können, sind wenige so frei als er war: sein heller ruhiger Blick bewahrte ihn einerseits vor der leichten Aufnahme solcher, und anderseits war niemand belehrbarer als er. Aus einer lange gehegten irrigen Voraussetzung konnte er, sobald der entscheidende Moment vor seine Seele trat, mit dem freudigsten Erstaunen erwachen, und sofort, was auf den Irrthum vielleicht mühsam gebaut war, mit wahrem Triumph vernichten. Er hatte einen eindringenden Verstand; aber seine Behutsamkeit hatte ihm früh jene Richtung gegeben, wodurch er nicht sowohl durch häufige kühne und glückliche Entdeckungen nützte, als durch helle Auffassung alles dessen, was einzeln erfunden war, und durch dessen Verbindung zu einem fruchtbaren Ganzen, wozu er nun aus eigner Fülle der Gedanken reichen Beitrag lieferte. Kurz, Spalding war ein echter Gelehrter, geschaffen seines Wissens froh zu sein, geschaffen es mitzutheilen, und geschaffen alles, was von andern Gelehrten und andern Fächern ausging, aufzunehmen, zu würdigen und sich dessen zu erfreuen.

Wir haben nun noch ein Wort von Spalding als Dichter zu sagen. Doch er selbst würde hier sogleich Einspruch gethan haben: denn mit ungeheuchelter Ueberzeugung erklärte er vielfältig, daſs er durchaus kein Dichter sei, in dem bedeutenderen Sinne, den auch er dem Worte lieh.

Wer kann ohne Rührung hören, was er selbst darüber in diesen an die Muse gerichteten Versen klagt?

> Mit Erz hat die Natur nicht meine Brust umschanzt,
> Noch in die ehrne Brust ein bleiern Herz gepflanzt.
> Allein du wolltest nicht, daſs, was ich fühlt', ich sänge:
> Du, Muse, fehltest mir in meiner Freuden Menge.

Aber mit Recht legte Spalding auch groſsen Werth auf den Ausdruck schöner Gefühle und Schilderungen in einer gewählten und gebundenen Sprache; für welche Gattung man denn einen andern Ausdruck erfinde, wenn Gedichte sie nicht mehr heiſsen sollen. Gründlich wie alles hatte er als Schulmann und Kritiker die Gesetze dieser Art des Vortrags studirt; sie waren ihm stets gegenwärtig; und da er nun eben so ununterbrochen stets voll war von Gedanken, die sein Herz aufs lebhafteste beschäftigten, so war es fast unmöglich, daſs er nicht auch öfters auf jene Art sie ausgesprochen hätte. So entstanden einige didaktische Versuche, die er zuletzt mit einer Auswahl von herzlichen Gelegenheitsgedichten in einem eigenen Bändchen herausgab, dem er auch einige lateinische frühere Versuche beifügte. Er fühlte selbst, daſs seine Sprache in der Poesie öfters zu schwer war; aber er war auch fest von der Wahrheit überzeugt, daſs die gebundene Rede nach Maaſsgabe des Ernstes der Gegenstände auch in der Sprache von dem Alltäglichen weiter sich entfernen muſs. So ist also sein Ausdruck durchaus edel, gewählt und bündig, auch wo er dunkel wird auf die festen Gesetze des Denkens gegründet und den bestehenden der Sprache nie entgegen, folglich jedem Gebildeten und Besonnenen verständlich; und nichts geht ihm in dieser Beziehung ab, als jene vollendete Gewandtheit, die er so oft an seinem Voſs mit Entzücken bewunderte und an seinem Stolberg. Aber dies wird völlig übertragen, und der Leser jener kleinen Sammlung reichlich belohnt, durch den Adel so vieler gelungenen Stellen, und von Anfang zu Ende durch die Wahrheit der Gedanken und Gefühle und den reinen Ausdruck eines der schönsten Gemüther *).

*) Eines der trefflichsten Gedichte dieser Art, und worin Spalding seine ganze Seele ergossen, die patriotische Ode auf die Wiederkehr des Königs, hat er in jener Epoche in unserer Akademie gelesen. Sie ist besonders gedruckt; aber sie verdient mit den Schriften dieses Vereins auf die Nachwelt zu kommen. Und so wird sie diese Denkschrift gleichsam als Spaldings Bildniſs begleiten.

Diese Vorzüge des Gemüths und des Geistes gaben denn auch jedem persönlichen Verhältniſs zu Spalding jenen hohen Werth. Zu seinem bereits gepriesenen Glücke ist vorzüglich zu rechnen, daſs er zu einer Verwandtschaft gehörte, in welcher die verehrungswürdigsten und gebildetsten Menschen und so viele ihm gleich fühlende Seelen waren. Aber dies Glück würdigte er auch, und drückte es nach allen Seiten durch die innigste Liebe aus. Seine Liebe und Verehrung zu seinem Vater war, wie von diesem Sohne gegen diesen Vater sich denken läſst. Es gehörte wieder zu seinem seltenen Glücke, daſs er diesen Zoll der Natur so lange und mit so ungetrübter Empfindung entrichten konnte, bis er diese endlich an der Bahre des 90jährigen Greises in einem Spruch ergoſs, der bei allen die ihn hörten einen unvertilgbaren Eindruck hinterlieſs *). In andern Verhältnissen haben wir ihn schon gesehen, und eben so war er als Bruder und in jeder entfernteren Beziehung. Kinder hatte die Natur ihm nicht gegeben: aber es ist merkwürdig, daſs er, den wir als glücklichen und liebenden Stiefsohn kennen, auch als Stiefvater eben so ausgezeichnet war. Ludwig Alberthal, den seine Gattin ihm schon ziemlich erwachsen zubrachte, ward von ihm fortdauernd mit einer Zärtlichkeit geliebt, die mit der mütterlichen wetteiferte. Darum muſs es auch hier erwähnt werden, daſs dieser edle junge Mann im Jahre 1813, im vollen Sinn freiwillig, dem Rufe des Vaterlandes folgte, und bei Dennewitz den Heldentod starb.

Welch ein Freund Spalding war, davon spricht die nicht geringe Zahl wohldenkender Menschen, die noch jetzt ihn beweinen. Er war gesellig, wie wenig Gelehrte die zugleich thätig in Aemtern sind, und dabei für alle Gattungen der Unterhaltung empfänglich und tauglich. Vor allen aber zum Gespräch. Nichts war leichter als die Unterhaltung mit ihm; nicht daſs er zu denen gehört hätte, die man nur sprechen lassen darf, um sie zu unterhalten; sondern weil, wo er ging und stand, er mit Gedanken an Gegenstände erfüllt war, die ihn innig beschäftigten, und folglich seiner und aller die ihm glichen, würdig waren. Nie trat man zu ihm ohne daſs er auf der Stelle einen Stoff zum Gespräch hatte. Es konnte

*) Dieselben Gefühle sind ausgedrückt in dem Zusatze unsers Spaldings zu seines Vaters von diesem selbst aufgesetzten und von ihm herausgegebenen Lebensbeschreibung. (Halle 1804. 8.)

sich treffen, daſs dies nicht gerade der war, worauf der andre sich viel einlassen konnte. Aber dann wechselten die Gegenstände schnell, und der rechte fand sich zuverlässig, wenn es nicht gänzlich am andern lag. Einen so ergetzlichen Sinn für heitern Scherz wie er, haben wenig Menschen. Sein eigner stets gutartiger Witz gab reichlichen Beitrag, und doch lohnte fremdem Witz niemand durch herzlichere Freude als er. Wie denn überhaupt wenig Menschen von eignem Verdienst, was von andern kommt, so zu würdigen wissen, als er that. Selbst sein schon erwähnter oft ungerechter Unmuth über sich selbst konnte die reine Freude nicht trüben, die er hatte, wenn er laut rühmen konnte, sich übertroffen zu sehn. Und wie diese Bescheidenheit sich gestaltete, wenn warme Freundschaft hinzu trat, davon spricht aufs rührendste eines seiner letzten und schönsten Gedichte, die Ode an unsern Niebuhr *).

Und was sag' ich von seinem Patriotismus? Durch Anschauung bekannt mit den Vorzügen anderer Länder, und als Kenner vertraut mit den Schönheiten fremder lebender Sprachen, war er ein Deutscher und ein Unterthan unsers Königs, wie er ein Sohn war und ein Gatte. Hier, wenn es Deutschland galt und Freiheit, und wenn von Verletzungen die Rede war, welche Recht und Ordnung erfuhren, das war jener Fälle einer, wo seine heilige Wuth ihn ergriff, wo nicht er zu sprechen schien, sondern etwas mächtigeres aus ihm. Denn das war allerdings die bedeutendste Störung seines so beglückten Lebens, daſs der letzte Theil desselben in die Zeiten fallen muſste, wo Deutschland, wo Preuſsen, wo Recht und Freiheit so ganz in die Hand gegeben schienen dem verworfensten aller Tyrannen; wo die Deutschen unter dem frechen Uebermuthe des Volkes seufzten, dessen Ideale von den Idealen des ächten Deutschen am entferntesten sind. Das ist es also, was Spaldings hinterbliebene Freunde, als allein seinem Glücke fehlend, ihm jetzt wünschen möchten, daſs er diese Tage erlebt hätte. — Doch wenn wir recht es bedenken, so ist ihm nur wenig abgegangen. Er lebte in dem Lande und in der Stadt wo die Freiheit am wenigsten unterdrückt war, in Verhältnissen wo er stets frei reden und sein Herz ergieſsen konnte. Auf diesem Wege, und als hochgeehrter Lehrer, hat er redlich und reichlich den Samen mit ausstreuen helfen, der so herrlich jetzt aufgegangen ist. Er war

*) Berliner Monatschrift 1811. Jänner.



war Philosoph und frommer Mann genug, um mit Zuversicht vorher zu sehn, was früh oder spät erfolgen muſste. Was übrig ist, sind irdische Wünsche, deren nur wir noch fähig sind: und so wollen wir gern gestehn, daſs in jenem vereitelten Wunsche nur der liegt, daſs **wir** mit **ihm** uns freuen könnten. Es liegt aber nur an uns, daſs wir uns höher stimmen, um auch dieses Wunsches theilhaftig zu werden. Ein Leben, ein Dichten und Trachten, das so in **Erfüllung** geht, dauert fort. Spaldings Geist lebt unter uns; wir können seine Nähe fühlen, mit ihm uns freuen, und jetzt ihn entlassen mit dem vollen Gefühle des Zurufs: Wohl Dir, Du heilige Seele!

Die
Wiederkehr
des
Königs.

Eine Ode
von
G. L. Spalding *).

Nur Ein Gefühl, Unkundige mit Weisen
Vereinigend, nur Eine fromme Lust
Durchströmt das Volk, hallt in des Tempels Preisen
Und zittert durch die stille Brust.
Weh ihm, der, von des Grübelns Kälte stumpf,
Den schönen Taumel und den Volkstriumf,
Den Bürger in dem Wisser hat verloren!
Wir, denen noch ein tief Gemüth
Von Gott und Vaterlande glüht,
Wir spotten des gelehrten Thoren.

*) Vorgelesen den 28sten December 1809.

Dem was nur Göttliches auf Erden blühet,
Woran nachahmend sich die Menschheit übt,
Und für den Himmel ihre Kraft erziehet,
Und Gott-gleich das Geschaffne liebt —
Es ist das Vaterland, es ist die Welt,
Die, sich mit treuen Bruder-Armen hält,
Vom gleichen Wohl beseelt, vom Weh gebeuget,
Fest haltend an dem alten Stamm,
Sich selbst ein felsgebauter Damm,
Den keine Brandung übersteiget.

Und Dich, o theures Band einmüth'ger Brennen,
Zu dem vereint des Volkes reine Glut
Entlodert, Dich von seinem Glücke trennen,
Wer kann's, o König, unser Blut?
Wer thränenlos den Lang-Entbehrten sehn
Einher durch seiner Kinder Schaaren gehn?
O Du, den langer Jahre tausend Schmerzen,
Den manche thränenvolle Nacht,
Von trostlos Harrenden durchwacht,
Auf ewig band an unsre Herzen!

Er kam der Trost: Du kamst! Wir sehen wieder,
Was unsre heiligsten Gefühle regt:
Ein Königshaus, in alter Deutschheit bieder,
Das seiner Ahnherrn Stempel trägt.
Wir sehn, im Sturm erhaben, stets sich gleich
An Huld, stark eignem Schmerz, dem fremden weich,
Die freundliche Beschützerin der Tugend,
Ausbildend, durch die stille Kraft
Des Heils das ihre Nähe schafft,
Der Enkel Hoffnung, ihre Jugend.

Gedrängt um diesen heil'gen Thron geloben
Wir eine Treue, wie kein Volk sie schwur,
Von innen tief gefühlt, geweiht von oben,
Zu tilgen unsrer Leiden Spur:
Ein neues umgeschaffnes Volk, gestählt
Im Unglück, das die rechte Straſse wählt,
Vorbei dem Abgrund grausenvoller Schlünde.
Denn fürchterlich hat uns getagt
Die Wahrheit, die den Völkern sagt:
Des Volks Verderben ist die Sünde!

Frei jenes Wahns (er drohet späte Schrecken):
Die Tugend sichre zwar den stillen Heerd,
Doch schimmernd Laster mit den Tigerflecken
Sei wohl der reinen Unschuld werth,
Wann listiger Gewinn dem Staate dient,
Und mit dem Vortheil sein Verbrechen sühnt;
Entwohnt, erlöst des schnöden Wahns verschmähet
Das Vaterland was, ungeweiht,
Ein leicht Talent an Gaben beut,
Vom ersten Sturm hinweggewehet.

Den Diener heischt das Vaterland, der näher
Dem Ewigen als flücht'gem Tande lebt,
Der durch der Zeiten Nacht, ein heil'ger Seher,
Sich mehr denn Sterbliches erstrebt;
Als Götter hier nur Ehr' und Freiheit kennt,
Und droben, wo sein ächter Farus brennt,
Noch eine Welt erwartet, deren Erbe
Ihm bleibt, wenn hier nicht Freiheit mehr
Gerettet werden kann, noch Ehr',
Und ihn sein Gott ruft, daſs er sterbe.

Auch die, gesondert von der Ehrsucht Wegen,
Der ernsten Forschung abgelegnen Hain
Bewohnend, frommer Wahrheitsliebe pflegen,
Der Vorzeit, der Natur sich weihn;
Auch sie umfassen warm den heil'gen Bund
Des Staates; hell das Haupt, das Herz gesund,
Entdecken froh das Gute sie im Wahren;
Und, wo des Geistes Funke sprüht,
Wird auch ein inniges Gemüth
Den Schatz der Menschheit offenbaren.

Nicht stammlos, heerdlos, freundlos lebt der Weise:
Sein Innres ahnt den heiligen Verein
Der Guten; was gesetzlos, weiht er leise
Zu der Vernunft Gesetzen ein.
Der Ruhm, die letzte Lockung die ihm winkt,
Ist seines Volkes Ruhm: vollwichtig sinkt
Von Deutsches Wissens Gold die ernste Wage,
Und Deutscher Zunge Herrlichkeit,
Mit jeglicher zum Kampf bereit,
Steigt mit des Liedes Flügelschlage.

Doch mehr als Ruhm, die holde Kraft der Liebe
Vereiniget dem Weisen seine Welt.
Genöss' er Wahrheit, wenn sie leblos bliebe?
Nicht, wie der Thau befruchtend fällt,
In Seelen sich ergösse, Wohlgestalt
Zu leihn dem Geist, der Tugend mehr Gewalt?
Denn Geister leben nur im Wahren, Schönen.
O süſse Müh, die Wahres sä't!
Der Jüngling horcht, ein Volk ersteht
Dem Vaterland von edlern Söhnen!

Wohlan, das Selbstgefühl der Tugend hefte
Dein treues Volk an Dein geheiligt Reich,
O König! Eine Flamme neuer Kräfte
Steigt auf zu Dir! Dir selber gleich
An biederm Muth, umringe den Altar
Der Ehr' und Freiheit Alles, wunderbar
Erneuend (solches ist der Eintracht Segen)
Was in dem Frost der Selbstsucht schwand!
So komm' in Lieb' und Kraft ermannt
Dein Volk, o König, Dir entgegen,

Ehrendenkmal

des

Herrn J. C. W. Illiger.

Von Herrn Lichtenstein *).

Johann Carl Wilhelm Illiger's Name glänzt unter denen, welche die letzten Jahrzehende, wenn von Naturbeschreibung die Rede ist, als die ruhmwürdigsten nennen. Wo nur immer im In- und Auslande die Wichtigkeit gründlicher Forschung in dem Gebiete der systematisch-naturhistorischen Kritik anerkannt ward, hat sich dieser Name geltend gemacht, und wird auch im Andenken an die Verdienste des Mannes der ihn trug, leben, so lange das, was in unserm Zeitalter für dieses Fach geleistet ward, für die Nachwelt noch einige Wichtigkeit hat.

Mit trefflichen Anlagen geboren, durch glückliche Verhältnisse früh zur ernsten Betrachtung der Natur geleitet, wendete er die Kraft seines Geistes früh auf das Ziel, das ihm sein ganzes Leben hindurch zu verfolgen vergönnt blieb, und wovon ihn weder beschränkende äufsere Verhältnisse noch fortdauernde körperliche Leiden abzulenken vermochten; sie wiesen ihn vielmehr immer bestimmter von den Genüssen der leiblichen Sinne auf das innere geistige Leben zurück, in dessen Thätigkeit er zugleich Befriedigung seiner bescheidenen Wünsche, Beruhigung seiner Sorgen, Stillung seiner Leiden, Lohn seiner Anstrengungen, vielleicht auch

*) Vorgelesen den 5. Julius 1815.

auch beschleunigten Tod fand. Diese folgerechte Sicherheit der einmal gefundenen Richtung, diese Anspruchlosigkeit und Verzichtleistung, eine bewundernswerthe Klarheit und Consequenz der Vorstellung, ungemeine Redlichkeit der Gesinnung, die liebenswürdigste Offenheit eines allgemein wohlwollenden, der Gottheit und den Seinen innigst ergebnen Gemüths: dies die Hauptzüge in dem Charakter des Mannes, dessen Andenken vor seinen hier versammelten Amtsgenossen und Sinnesverwandten zu erneuern mir das ehrenvolle und wehmüthige Geschäft ward.

Leicht wäre dies Geschäft, käme es nur darauf an, das äufsere Leben meines Freundes zu beschreiben, denn einfach und ruhig, ohne wunderbar verschlungene Fügungen seines Geschickes, ohne seltsam herbeigeführte Veranlassungen zu dem, was er leistete, ohne merklichen Wechsel der nähern Umgebungen und Freunde flofs es dahin. Es ist vielmehr die Geschichte seiner geistigen Entwickelung und seines wissenschaftlichen Wirkens, von welcher ich hier Rechenschaft zu geben habe. Möge es mir gelingen, diese Aufgabe auf eine des Verklärten würdige Weise zu lösen.

Johann Jacob Illiger, Kaufmann zu Braunschweig, war sein Vater. Dort war er am 19ten November 1775 geboren, von acht Geschwistern der sechste. Diese überleben ihn sämmtlich, und auch er war ohne körperliche Fehler, mit Ansprüchen auf ein hohes Alter geboreu und in seinen Knabenjahren von rüstiger Gesundheit. Waren auch die Vermögensumstände seiner Eltern beschränkt, so gaben doch ihre bürgerlichen Verhältnisse zu mehrseitiger Bildung Gelegenheit, die sie verständig und treulich benutzten. Aufser unserm Illiger widmeten sich noch zwei seiner Brüder den Wissenschaften, die übrigen wurden Kaufleute und Landwirthe.

Seinen ersten Unterricht genofs er in einer Privatschule und besuchte nachher die sehr blühenden öffentlichen Schulen, das Martineum und Catharineum. Schon sehr früh zeigte sich eine entschiedne Vorliebe für die Naturwissenschaften, die gleich das Gepräge einer ernsten unbesiegbaren Neigung, eines wahrhaften innern Berufs an sich trug. So ist es gewifs etwas Bemerkenswerthes, dafs schon der achtjährige Knabe, noch Zögling jener Privatschule, in welcher nur Raff's Naturgeschichte gelesen ward, sich eine Sammlung von Blüthen, Blättern und Wurzeln der einheimischen Pflanzen anlegte, neben diesen den Raff excerpirte und späterhin aus bessern Werken die wissenschaftlichen Namen und Notizen nachtrug. Er setzte

solche Sammlungen von kleinen Präparaten und Excerpten auch aus andern Abtheilungen, mit einem in den Knabenjahren seltnen und von aller Spielerei entfernten Ernste und Fleifse, ohne die mindeste Anleitung, neben seinen Schularbeiten fort, und war nun auf eine ungewöhnliche Weise für den gründlichern Unterricht in diesem Fache vorbereitet, als er bei einer neuen Organisation des Catharineums im Jahr 1790 in die erste Classe versetzt ward, wo Hellwig Naturgeschichte lehrte. Wohl weniger empfängliche Gemüther hatte dieser schon früher für sein Lieblingsfach entzündet, es war daher kein Wunder, dafs Illiger, dem sich hier plötzlich eine so reiche Quelle der Erkenntnifs öffnete, mit gleicher Liebe die Wissenschaft wie den verehrten Lehrer umfing, um nie wieder von ihnen zu lassen. Hellwig, freundlich und mittheilend, wie er gegen jeden seiner Schüler war, öffnete auch unserm Illiger bereitwillig seine nach den Kräften eines Privatmannes bedeutenden Sammlungen, und bemerkte nicht sobald, mit welchem Ernste und mit welcher Planmäfsigkeit der funfzehnjährige Jüngling sie benutze und welche rasche Fortschritte er mache, als er ihn immer näher an sich zu ziehn, seiner Neigung zur Naturgeschichte volle Nahrung zu geben und ganz für dieses Fach zu gewinnen beschlofs. Von dieser Zeit an ward Illiger sein beständiger Gesellschafter, sein Begleiter auf Excursionen und kleinen Reisen, sein Gehülfe beim Ordnen der Sammlungen, dann Theilnehmer an seinen literarischen Arbeiten, und endlich, um alle diese gegenseitigen Leistungen noch mehr zu erleichtern, sein Hausgenosse. Ein Band, wie es zwischen Personen von so unterschiednem Alter nur die Kunst oder die Wissenschaft zu schlingen vermögen, vereinigte beide, und je höher der Meister seinen Schüler zu sich heraufbildete und je deutlicher dieser erkennen lernte, für was Alles er jenem zu danken habe, desto fester knüpfte sich im ferneren Leben diese Verbindung.

Unter den einzelnen Zweigen des naturhistorischen Studiums war Anfangs die Botanik Illiger's Lieblingsfach, und er gab sich ihr um so freier hin, da er beschlossen hatte, Medicin zu studiren, um so zugleich Aussicht auf dereinstigen Erwerb und Befriedigung seiner Lieblingsneigung zu finden. In diesem Sinne vernachlässigte er auch über der Naturgeschichte seine übrigen Schulstudien nicht, und blieb darin so wenig zurück, dafs er von Seiten seiner mathematischen, historischen und philologischen Kenntnisse den übrigen Schülern als Muster vorgestellt ward. Vor

den nachtheiligen Folgen, die so angestrengter Fleiſs für seine Gesundheit hätte haben können, hatte ihn bis dahin die besondre Heiterkeit seines Gemüths und die häufige Bewegung bewahrt, welche die naturhistorischen Excursionen ihm gaben. Doch nun bezog er im Jahr 1793 das Collegium Carolinum, an welchem damals Ebert, Eschenburg, Zimmermann und Knoch mit groſsem Eifer lehrten, und benutzte zugleich, um sich für das medicinische Studium auf Universitäten vorzubereiten, die Vorträge, welche Hildebrandt, Roose und Wiedemann am *Collegio medico-chirurgico* hielten. Hier überstieg, was er zu leisten unternommen, das Maaſs seiner Kräfte, die überdies durch spätes, ungewöhnlich rasches Wachsthum an gleichmäſsiger Entwickelung gehindert worden waren. Seine Brust hatte dabei vorzüglich gelitten, und ein heftiger Bluthusten mit allen seinen bedenklichen Folgen hemmte auf einmal in seinem neunzehnten Jahre den Schwung seines Geistes. Er erstand vom Krankenbette, doch mit siechem Körper für immer. Nur die strengste Entsagung, die sorgsamste Achtsamkeit auf die Entfernung aller schädlichen Einflüsse fristete von hier an sein Leben, und wenn er bei dem Allen in der Folge noch so Vieles zu leisten im Stande war, so ist dieses nur aus der steten Ruhe und Heiterkeit seines Gemüths erklärlich, die ihn auch in den trübsten Stunden nicht verlieſs und in freiern Augenblicken in wirkliche Fröhlichkeit übergehn konnte, in welcher er, ohnehin witzig und launig und die lebhaftern Ausbrüche stets sorglich selbst unterdrückend, im höchsten Grade liebenswürdig erschien. Seinen näheren Freunden ist unvergeſslich, wie ihm diese heitre Laune bis an das Ende seines Lebens treu blieb und wie er mitten in seinen Leiden noch die jugendliche Neigung nicht verlor, kleine satyrische Gedichte und Zeichnungen zu entwerfen, die, wie treffend sie auch waren, doch nie irgend eine zartere Rücksicht verletzten und durchgehends das Gepräge seines wohlwollenden Herzens trugen.

Sein geschwächter Zustand verbot nun nach dem bestimmten Ausspruch der Aerzte die Fortsetzung des medicinischen Studiums, und wies ihn, fürerst wenigstens, immer näher auf die tröstende und erheiternde Beschäftigung mit den Werken der Schöpfung. Gleichsam wie zur Unterhaltung hatte er schon während der Reconvalescenz die Hellwigsche Insectensammlung durchmustert, die schon damals, wo nicht die reichste, doch wegen ihrer zweckmäſsigen Einrichtung, streng systematischen Ord-

nung und der gewissenhaften Bestimmung der Arten die berühmteste war. Da diese Beschäftigung unter allen, die er vor der Hand hätte wählen können, am wenigsten körperliche und geistige Anstrengung zu erfordern schien, so erlaubten ihm seine Aerzte, die seine Lebhaftigkeit und Betriebsamkeit kannten und zu fürchten hatten, dieselbe gern, und er gewann sie nach und nach so lieb, daſs er auch bei wieder zunehmenden Kräften sich nicht von ihr zu trennen vermochte. Dazu kam, daſs unter allen Zweigen der Zoologie gerade damals vorzugsweise die Entomologie rüstige Bearbeiter gefunden und von der systematischen Seite wenigstens vor den übrigen groſse Fortschritte gemacht hatte. Fabricius, Herbst, Panzer und Hellwig selbst, waren eben auf dem glänzendsten Punkt ihrer bekannten Wirksamkeit; jede Messe, ja fast jeder Monat brachte neue Schriften, in welchen eine Menge von Behauptungen, Fragen und Zweifeln die Kritik anregten und besonders den unbefangnen Prüfungsgeist eines Jünglings in Anspruch nehmen muſsten, dem volle Muſse, immer mehr sich ankündigender Beruf, wachsender Umfang der Kenntnisse und die reichen Vorräthe einer offen vor ihm da liegenden Sammlung die besonnenste Untersuchung gestatteten. Bald war daher Niemand in vollerem Besitz aller eben damals in Umlauf gesetzten entomologischen Bemerkungen und Berichtigungen, als Illiger, für den jede, auch die scheinbar geringfügigste, Wichtigkeit hatte, und es konnte nicht fehlen, daſs er selbst deren wieder eine groſse Menge zu liefern im Stande war, die Hellwig durch seinen ausgebreiteten Briefwechsel und in seinen Schriften den Entomologen mit rühmlicher Erwähnung des einsichtsvollen jungen Gelehrten bekannt machte. So ward Illiger's Name bekannt, noch ehe er selbst etwas im Druck herausgegeben hatte. Doch fing er vom Jahr 1794 schon an, sich in einzelnen Aufsätzen, die er, belohnt durch aufmunternden Beifall, theils im Braunschweigischen Magazin, theils in Schneider's entomologischem Magazin mittheilte, auch als Schriftsteller zu versuchen.

Ehe ich weiter gehe, darf ich nicht unerörtert lassen, wie Illiger's ganze nachherige Wirksamkeit in dem Gebiet der systematischen Naturgeschichte durch diese ersten Studien den ganz eigenthümlichen Charakter bekam, der sie auszeichnet. Es ist schon öfter ausgesprochen, daſs die Entomologie die genausten Naturbeobachter bilde, und in der That ist es

leicht erklärlich, wie Jemand, der sich gewöhnt hat, die zahllosen nahe verwandten Formen von Insecten zu beobachten und nach ihren so schwach gezogenen Merkmalen zu unterscheiden, seinen Blick für das Charakteristische der Gestalten überhaupt ungemein schärfen und nun die Gebilde der übrigen, zumal höhern Thierklassen leicht zu ordnen, abzuhandeln und zu beschreiben finden müsse. Bei Illiger kam noch seine natürliche Ausdauer, die durch die Krankheit geübte Geduld, seine Sicherheit vor zerstreuenden Nebenbeschäftigungen und Vergnügungen hinzu, um ihn zu einem musterhaften Kritiker auszubilden. Ihm blieb nie eine Sache unabgemacht, nie ward etwas auf bloſse Vermuthung, noch weniger auf fremde Meinung hin, angenommen; was durch die schärfste, oft mikroskopische Beobachtung, was durch das mühsamste Nachschlagen nur ausgemittelt werden konnte, das leistete Illiger gewiſs, und sein Urtheil erhielt dadurch eine Sicherheit, die seine Stimme bald zu einer entscheidenden Autorität erhob. Nach dieser Zuverlässigkeit des Urtheils strebte Illiger um so mehr, je beschwerlicher er die Folgen der Leichtfertigkeit und Nachlässigkeit seiner Vorgänger für den, der ihre Schriften zu ernstlicher und gründlicher Belehrung gebrauchen wollte, empfunden hatte. Daher in allen seinen Schriften die groſse Sorgfalt in Hinsicht auf Synonymie und Citate, daher die Concinnität und Präcision seines Ausdrucks, daher endlich der Reichthum seiner Terminologie und die Schicklichkeit der von ihm zuerst aufgestellten Kunstausdrücke. Diese Vorzüge, die er so mühsam auf dem Felde der Entomologie errungen, übertrug er nachher auch in seine späteren Arbeiten über andre Klassen, und nur der wird ihn hier übertriebner Aengstlichkeit und unnützer Weitschweifigkeit beschuldigen, der nicht die Ermüdung und den Ekel empfunden hat, die aus dem Vorwalten der entgegengesetzten Fehler in naturhistorisch beschreibenden Werken bei ihrer Anwendung entspringen. Denn überhaupt artete die Ausführlichkeit seiner Arbeiten nie in müſsige Breite aus, weil er in ächt Linnéischem Geiste durch die logische Form seine Vorstellungen zu groſser Consequenz und Klarheit erhob, und überall, wo er sie mitzutheilen berufen war, diese Eigenschaften als erste Bedingungen betrachtete. Diesen aber opferte er den beliebten Vorzug der Kürze, und hielt deshalb auch nicht viel auf die sogenannten *Characteres essentiales* der Gattungen, weil sie nach seinem Bedünken nie erschöpfend sein könnten, und nur zu leicht der

Unwissenheit, Ungenauigkeit und dem Irrthum Ausflucht und Entschuldigung böten.

Im Jahr 1795 erschien zuerst ein ausführlicheres Werk aus der Feder unsers Illiger's: die zweite Ausgabe von Rossi's *Fauna etrusca* nämlich, von ihm mit vielen sehr schätzbaren Anmerkungen begleitet; zwar unter Hellwig's Namen, aber schon in der Vorrede nach den wesentlichsten Beiträgen ihm zuerkannt und in spätern Schriften ihm völlig und förmlich zugeschrieben. Dann gab er drei Jahre später Kugelann's Verzeichniſs der Käfer Preuſsens, das dieser zur weitern Bekanntmachung an Hellwig gesandt hatte, unter seinem eignen Namen heraus. Beide, aber besonders das letztere, zeugten von Illiger's groſsem Beruf für dieses Fach. Hier legte er zuerst seine Gedanken über natürliche Ordnungen und Gattungen der Insecten mit groſser Freimüthigkeit gegen die damals allgemein herrschenden Fabriciusschen Grundsätze zu Tage, brachte zuerst Vorschläge zur Verbesserung der Kunstsprache auf die Bahn, schickte jeder gröſsern Insectenfamilie Betrachtungen über ihre Natur, über ihre bisherige und die noch zu wünschende bessere Bearbeitung voran, machte Trennungen und Verbindungen nach dem Bedürfniſs der Zeit, und führte eine Menge verkannter und verwechselter Arten an ihren rechten Platz und viele Varietäten auf ihre Arten zurück.

Unter diesen erheiternden Beschäftigungen und unter der sorgsamen Pflege, die er im Schooſs einer glücklichen Familie genoſs, erholte sich Illiger bis zu einem Mittelzustande zwischen Gesundheit und Krankheit, in welchem ihn Gewohnheit, innere Geisteskraft, Enthaltsamkeit und Hoffnung wieder zu einem gewissen Behagen gelangen lieſsen. Er dachte nun ernstlich darauf, manche fühlbare Lücke, die während der Unterbrechung seiner übrigen Studien in seinem Wissen geblieben war, auszufüllen, und durch das akademische Studium seinen Kenntnissen die Gründlichkeit, Haltung und gegenseitige Beziehung zu geben, die ihm nöthig schien, um würdig auf der einmal betretenen Bahn fortschreiten zu können. Aber leider fehlten ihm die äuſseren Mittel zur Ausführung dieses Wunsches, und sie muſste so lange verschoben bleiben, bis diese herbeigeschafft waren. Mit ruhmwürdiger Bereitwilligkeit bot der Herzog von Braunschweig Carl Wilhelm Ferdinand selbst dazu die Hand, indem er auf die erste Empfehlung den gröſsten Theil der Kosten eines dreijährigen Aufenthalts auf

Universitäten aus seiner Chatoulle hergab. Illiger bezog Ostern 1799 die Universität zu Helmstädt, und ein Jahr darauf begab er sich nach Göttingen, wo er bis 1802 blieb. Schulze, Bruns, Beireis, von Crell und Pfaff waren auf der ersten, Blumenbach, Heine, Eichhorn und Heeren auf der zweiten die Lehrer, deren Vorträge er besuchte; mehr noch aber förderte ihn sein Fleiſs in Beschäftigung mit ganz besondern für sein Bedürfniſs gewählten Gegenständen, der denn besonders in Göttingen an den Schätzen der dortigen Bibliothek reiche Nahrung fand.

Was er schon damals zu leisten vermochte, beweist die erste gröſsere, nach Inhalt und Form ihm ganz eigne Schrift: Versuch einer systematischen Terminologie für das Thierreich und Pflanzenreich, die er als Student in Helmstädt 1800 herausgab und dem Herzog dedicirte. Das einstimmige Urtheil der Naturforscher jener Zeit hat zu laut entschieden und das Buch seinen Nutzen auch noch in unsern Tagen zu oft bewährt, als daſs es eines Lobes bedürfte. Aber in Hinsicht auf den Verfasser ist es wieder deshalb so interessant, weil überall nur dieses redliche Streben nach Klarheit und Verständlichkeit, nie müſsige Wortklauberei oder pedantischer Purismus das Wort führt. Gleich in den allgemeinen Grundsätzen, die dem Ganzen zur Basis dienen, z. B. in der Trennung der allgemeinen naturhistorischen Terminologie von der besondern jedes Reichs und jeder Klasse liegt viel Empfehlenswerthes; an dem Einzelnen wäre heutiges Tages vielleicht Manches zu bessern, aber doch ist eben, daſs wir so weit gekommen, meistens Illiger's Werk, und man braucht nur die Terminologie der Fabriciusschen Zeit mit der heutigen Kunstsprache und mit dem eben genannten Werke zu vergleichen, um sich zu überzeugen, daſs die Besserung von ihm ausgegangen. Ein Theil ist hier indessen auch vor dem andern gelungen, die Insecten sind wieder vorzugsweise begünstigt und manche andre Klassen dagegen zu kurz abgehandelt. Die Terminologie der Botanik bildete sich unter andern Händen weiter aus und von einigen Thierklassen bearbeitete er die Kunstsprache noch gegen das Ende seines Lebens genauer.

Im Jahr 1802 kehrte Illiger nach Braunschweig zurück. Dort war inzwischen schon, während Illiger sich in Helmstädt aufhielt, der Graf von Hoffmansegg nach Vollendung seiner portugiesischen Reise angekommen und hatte eben damals seine bedeutende Insectensammlung mit

der Hellwigschen vereinigt, und, um desto thätiger sich mit ihr beschäftigen zu können, auch seine Wohnung bei Hellwig genommen. Verbindungen, die der Graf während seines Aufenthaltes in Portugal mit Personen in fernen Welttheilen, namentlich in Brasilien, angeknüpft hatte, und mehr noch der Reisende, den er selbst auf seine Kosten dorthin sandte, machten die Sammlung, die sich ohnehin schon, was ihren Gesammtumfang betraf, mit jeder andern Privatsammlung messen durfte, bald zu der ersten der Welt. Was ihr aber gröſsern Werth gab, als der Reichthum allein, war die Zweckmäſsigkeit der Aufstellung und die groſse Genauigkeit in Bezeichnung der einzelnen Stücke und ihrer gegenseitigen Verwandtschaft. Die groſsen Vorzüge, welche dieser Sammlung in dieser Hinsicht besonders zukommen, waren das Resultat vieljähriger Erfahrungen und reiflicher Berathungen der beiden Besitzer. Bei weitem das gröſste Verdienst aber gebührte unserm Illiger, der nunmehr an entomologischen Kenntnissen seinem anderweitig viel beschäftigten und nur langsam mit der Zeit fortgeschrittenen Meister überlegen, das dankbare Geschäft übernahm, den edlen wiſsbegierigen Fremdling in die innersten Tiefen der Wissenschaft einzuführen, indem er mit ihm die Mühe des Ordnens und Aufstellens der monatlich wachsenden Sammlung theilte. In wie rasch steigendem Verhältniſs sich dabei sein entomologisches Wissen mehrte, wie viel er in dem Austausch von Kenntnissen, Gesinnungen und Empfindungen gewann, den ihm der tägliche Umgang mit dem vielbewanderten, feingebildeten und hochherzigen Grafen bot, ist leicht abzunehmen, aber nicht zu ermessen, bis zu welchem Grade der innigsten Freundschaft und Hingebung dieses Verhältniſs sich steigerte. Was nur je Gleichheit des Alters, der Gesinnungen, Neigungen und geistigen Bedürfnisse, Befriedigendes und Erhebendes in verwandten Seelen hervorzurufen vermag, das genossen diese beiden Männer im vollsten Maaſse, und um so inniger und reiner, je mehr sich ihre Kräfte und Kenntnisse gegenseitig ergänzten, und beide sich einander gleichsam unbewuſst gewährten, was sie sich zu danken so wetteifernd bereit waren.

Je dringender Illiger's ganze Thätigkeit zur Bearbeitung der groſsen Insectensammlung und durch sie zur Bearbeitung der Wissenschaft selbst in Anspruch genommen ward, desto weniger konnte er daran denken, sie auf irgend einen Gegenstand zu richten, der ihm mit gröſserer Sicher-



Sicherheit die Aussicht auf eine vortheilhafte bürgerliche Existenz eröffnet hätte. Zugleich hinderten ihn seine noch immer sehr schwache Gesundheit und von Zeit zu Zeit wiederkehrende, höchst beunruhigende Brustzufälle, den Plänen die er dazu wohl entwarf, Raum zu geben. Ueberdies erhielt er von dem Herzog, der ihn bei erster Gelegenheit zu versorgen Willens war, eine kleine Pension, und erwarb nebenher ein Geringes durch seine fortgesetzten schriftstellerischen Arbeiten. Gröſstentheils gingen diese alle auf gründliche Befestigung des entomologischen Studiums hinaus, und das Gediegenste und Durchgreifendste, was er für dieses Fach geleistet, entstand in dieser Zeit. Zuerst nämlich die zweite Ausgabe des Verzeichnisses der Wiener Schmetterlinge von Denis und Schiffermüller *), die er mit ihrer Bewilligung, ohne Nennung seines Namens, veranstaltete und auf ähnliche Weise bereicherte und verbesserte wie früher die Kugelannschen Käfer. Dann unternahm Illiger im J. 1800 die Uebersetzung des geschätzten und den Deutschen Entomologen wegen seiner Kostbarkeit fast unzugänglichen Olivierschen Werks über die Insecten, welche er abermals durch die hinzugefügten kritischen Bemerkungen zur Brauchbarkeit noch über das Original erhob **). Die groſse Masse der, ihm durch seine unablässige Beschäftigung mit den Insecten und durch seine ausgebreitete Correspondenz mit allen berühmten Entomologen Europa's zuströmenden Beobachtungen und Untersuchungen veranlaſsten endlich die Herausgabe seines Magazins für die Insectenkunde, von welchem von 1802 bis 1807 6 Bände erschienen. Durch diese Zeitschrift, in welcher bei Weitem die gröſste Zahl der Aufsätze von ihm selbst herrührte, wirkte Illiger ausnehmend für die Verbreitung entomologischer Kenntnisse überhaupt und seiner systematischen Grundsätze insbesondere, deren allgemeine Annahme in ruhigern Zeiten die Ausführung seines Lieblingsplans, eines auf die bisherigen Werke und die Hoffmansegg - Hellwigsche Sammlung gegründeten umfassenden Systems der Entomologie, vorbereitet und herbeigeführt haben würde. Es ist auch mit Gewiſsheit vorherzusagen, daſs, wenn über kürzere oder längere Zeit etwas Aehnliches unternommen werden sollte, es auf diese Illigerschen Arbeiten sich wird gründen müssen. Leider aber unterbrachen die unglückli-

*) Schon im Jahr 1798 verfaſste Illiger die Zusätze zu diesem Werk. Es erschien aber erst 1801.

**) Sturm in Nürnberg lieferte nachher die Copie der Abbildungen dazu.

chen Ereignisse des Jahrs 1806 auch diese Unternehmungen und zerstörten mit dem Tode des Herzogs zugleich die Hoffnungen, die Illiger sich zu einer festen Versorgung zu machen wohl Ursache hatte. Indessen seine Verdienste immer lauter und allgemeiner anerkannt, indessen namentlich von den Französischen Entomologen seine Arbeiten immer mehr nach Verdienst gepriesen wurden, indessen die philosophische Facultät zu Kiel ihm, auf Fabricius eignen Antrag, das Doctor-Diplom zum öffentlichen Anerkenntniſs seines verdienstvollen Wirkens übersandte, muſste ihm der Lohn seiner erfolgreichen Anstrengungen immer ferner erscheinen, und es war das Verdienst seiner nächsten und liebsten Freunde, wenn er von Nahrungssorgen verschont blieb, die seinem, nur durch sorgsam erhaltnes Gleichgewicht aller Thätigkeiten und Bewegungen gefristeten Leben schon damals leicht hätten ein Ende machen können.

Der Druck der Zeiten hatte die unter den Deutschen Naturaliensammlern vorherrschende Liebhaberei für Insecten erstickt, die Handelssperre hemmte den Verkehr mit fernen Welttheilen, und so ruhte auch der bedeutende Umsatz, dem die Braunschweigische Sammlung sonst so manchen Zuwachs verdankt hatte. Auch Illiger, nachdem er mit der Aufstellung und Ordnung der Sammlung zu Stande gekommen war, fand nun in dem geistlosen Treiben der damaligen Zeit unter dem bleiernen Scepter der Westphälisch-Französischen Regierung wenig Anregung zur Fortsetzung seiner bisherigen Thätigkeit und folgte freudig der Aufforderung des seit 1804 in Berlin wohnenden Grafen v. Hoffmansegg, sich hieher zu begeben und die aus Brasilien übersandten Säugethiere und Vögel genauer zu mustern. Wiewohl der Entomologie vorzugsweise ergeben, war Illiger doch in den übrigen Klassen des Thierreichs nicht zurückgeblieben, kannte ihre Fortschritte und Lücken sehr gut und einzelne Abtheilungen in gröſster Vollständigkeit und Genauigkeit. Das beweisen seine Abhandlungen über die Gattung *Dasypus* im Wiedemannschen Archiv und über die Nordamerikanischen Beutelthiere im Braunschweigischen Magazin. Erwünscht muſste ihm daher die Gelegenheit sein, in der Nähe seines wärmsten und thätigsten Freundes seinen Kenntnissen über die höheren Thierklassen mehr gleichmäſsige Ausdehnung zu geben, und insbesondere die Sammlungen des Grafen auf das Werk des Don Felix de Azara zu beziehn, das schon längst seine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch genommen hatte. Diesen Beschäf-

tigungen, und namentlich dem Versuch, die seit den letzten Jahrzehenden durch Reisebeschreiber und Sammler bekannt gewordnen Säugethiere und Vögel unter systematischen Namen in ein Gesammtverzeichniſs einzutragen, verdanken wir zunächst was der Verstorbne in der Folge noch unter uns geleistet. Damals aber brachte er verhältniſsmäſsig nur Weniges davon zu Stande, denn ein heftiger Rückfall in sein altes Uebel nöthigte ihn nach siebenmonatlichem Aufenthalt in Berlin, sich wieder nach seiner Vaterstadt zu begeben. Dort genas er wieder und gelangte unter der geschickten Behandlung seines Freundes Heyer, der ihm häufigere Bewegung in freier Luft zur Pflicht machte und ihn so allmählich von seiner strengen Arbeitsamkeit etwas entwöhnte, sogar zu einer gewissen Festigkeit seines Körperzustandes und zu besserm Vertrauen in seine eignen Kräfte. —

Mit diesem nahm er denn auch den Ruf an, der ihm zu Anfang des Jahrs 1810 von Seiten der hiesigen Section für den Cultus und öffentlichen Unterricht ward. Als nämlich Friedrich Wilhelm III. die Berliner Universität gegründet hatte, bereicherten Graf Hoffmansegg und Dr. Gerresheim in Dresden die dieser Anstalt verliehenen Königlichen Naturaliensammlungen mit ihren sehr bedeutenden Beiträgen, wodurch der ganze Vorrath so ansehnlich ward, daſs man den ersprieſslichsten Gewinn für die Wissenschaft davon erwarten durfte, wenn ein Mann von gründlichen Kenntnissen und einer gewissen bereits erlangten Autorität die Aufsicht und Benutzung desselben bekam. Illiger genügte ohne Zweifel vollkommen allen Forderungen, die man in dieser Hinsicht machen durfte, und der Erfolg hat deutlich genug gezeigt, wie sehr man es dem so sehr um die Wissenschaften verdienten damaligen Chef der Section für den Cultus und öffentlichen Unterricht, Herrn von Humboldt, zu danken hat, daſs er ihn zu jenem Posten berief. Illiger hatte gewünscht, vorher eine Reise nach Paris zu machen, um die dortigen Anstalten ähnlicher Art genauer kennen zu lernen, und viele Thiere, die ihm nur aus unvollständigen Beschreibungen bekannt waren, selbst zu untersuchen. Wiewohl dieser Wunsch von Seiten unsrer Regierung die günstigste Aufnahme fand, so machten doch manche Umstände seine frühere Anwesenheit in Berlin nothwendig und er muſste der Ausführung dieser Reise entsagen, die auf die Gestalt seiner nachherigen Arbeiten unfehlbar einen wesentlichen Einfluſs gehabt haben würde. Mit dem Herbst des Jahrs 1810 begann Illiger's Wirksamkeit für das zoologische

Museum der Universität, die allerdings die Anstrengung seiner ganzen Kraft erforderte, in welcher er sich aber auch auf so vielfache Weise befriedigt fühlte, dafs seine Gesundheit sich zusehends dabei stärkte. Vorzüglich wirkte die tägliche Gemeinschaft mit seinem liebsten Freunde, dem Grafen von Hoffmansegg, der ihn auf das Thätigste unterstützte und alle verdriefsliche Störungen sorgsam von ihm entfernt hielt, auf das Wohlthätigste auf seinen körperlichen Zustand zurück. Was unser Museum jetzt ist und was es dereinst noch werden kann, wird es immer den Hauptsachen nach, der Freundschaft dieser beiden Männer zu danken haben. Es wird vermehrt werden; in einzelnen Unterabtheilungen sorgfältiger geordnet, durch Unterricht und als Stoff zu naturhistorischen Schriften der Wissenschaft Nutzen bringen, aber das Alles nur unter der Bedingung, dafs es in dem Geiste geschehe, in welchem es gegründet und zuerst angeordnet ward.

Auch die Insectensammlung ward nach Berlin gebracht, doch hatte Illiger wenig Zeit übrig, sich ferner damit zu beschäftigen. Die höheren Thierklassen zogen seine ganze Aufmerksamkeit und Thätigkeit auf sich. Mit grofsem Fleifs setzte er sich in Besitz der genauesten Kenntnisse über ihren innern Reichthum, arbeitete sich nach dem schon oben angedeuteten Plan vollständige kritische Verzeichnisse der bekannten Arten aus, und kam dadurch auf die Resultate über die geographische Verbreitung derselben, die er in seinen Abhandlungen für unsre Akademie in den Jahren 1811 und 1812 bekannt machte. Zugleich führte ihn diese Arbeit, die er hauptsächlich zum Behuf einer systematischen Aufstellung der im Museum vorhandnen Thiere unternommen hatte, auf manche neue Ansichten über die Eintheilung der höhern Thierklassen überhaupt, nach welchen er das System der Säugethiere und Vögel in einem eignen Werke, welchem er den bescheidnen Titel: *Prodromus Systematis Mammalium et Avium* gab, noch im Jahr 1811 ausarbeitete. Wiewohl dieses Buch die allgemeine Aufmerksamkeit, die es verdiente, noch kaum gefunden zu haben scheint, indem in den wenigsten kritischen Zeitschriften davon Erwähnung geschehn ist, so stehe ich doch nicht an, es für eine der wichtigsten Erscheinungen in der zoologischen Literatur der letzten fünf Jahre zu erklären. Was in der Botanik durch Schreber's *Genera plantarum* geleistet war, wiederholte sich hier für das Gebiet der genannten Thierklassen, und nicht nur waren es die natürlichen Gattungs-Charakter und deren klare und consequente Darlegung, welche das Werk empfahlen, sondern

sondern die zugleich so sehr berichtigte, gereinigte, fest bestimmte und bereicherte Kunstsprache und die so glücklich gefundne natürliche Aufeinanderfolge der Gattungen. Wenn auch der Vorwurf der Französischen Zoologen gegründet sein mag, daſs Illiger doch von manchen Gattungen sich nicht durch eigne Anschauung und Untersuchung habe unterrichten können und daſs er bei solchen nur nach vor ihm liegenden Beschreibungen geurtheilt, so mögen doch wenig Fälle nachzuweisen sein, wo ihn dieser Mangel zu Fehlgriffen verleitet, dagegen eine groſse Zahl von Gattungen zu nennen wäre, die hier zum erstenmal und zwar eben nach der genauesten Untersuchung, richtig und vollständig beschrieben vorkommen. Immer nur kann ein solches Werk der Abglanz der jedesmaligen Gestalt der Wissenschaften selbst sein, und es ist nicht zu fordern, daſs es schon die spätern Entdeckungen gleichsam ahne und prophezeihe. Wie gewissenhaft übrigens Illiger auch hier verfuhr und wie schüchtern er mit der Herausgabe zögerte und immer noch feilend jede neue ihm zukommende Entdeckung und Bemerkung nachtrug, vermögen am besten seine Freunde zu bezeugen, mit denen er über die scheinbar unbedeutendsten Mängel sich berieth und aus deren Wissen er stets das seinige zu ergänzen sich bemühte. Aehnliche Werke, hatte Illiger vor, auch über die Klassen der Amphibien und Fische zu liefern, und letztere beschäftigten ihn fast ausschlieſslich in seinem ganzen letzten Lebensjahre. Möge was davon fertig geworden noch einst der Welt bekannt werden, es ist nicht das unerheblichste seiner Werke und vollkommen würdig den übrigen an die Seite gestellt zu werden.

Ueber alle Erwartung schien, wenn man nach dem Erfolg des ersten Jahres schlieſsen durfte, der Aufenthalt in unsrer Stadt seiner Gesundheit zuträglich. Zufrieden und heiter, wie er seit Jahren nicht gewesen war, sahn wir ihn im Jahr 1811 eine Reise nach Braunschweig antreten, um seinen ältesten Freund und Lehrer Hellwig zu besuchen und ihn von nun an Vater zu nennen. Denn die älteste Tochter Hellwigs, seine treue Pflegerin und Trösterin in den früheren Krankheiten, führte er als Gattin nach Berlin zurück, und schien nun, rüstiger und getroster als je, und über die Jahre hinaus, in welchen langwierige Brustübel lebensgefährlich zu sein pflegen, einem vollkommen glücklichen Lebensabschnitt entgegen zu gehn. Doch schon der Winter 1812 brachte ihm neue Leiden, und nur die treue Pflege, die er jetzt genoſs, schien ihn noch diesmal zu retten. Er verlebte noch einen glücklichen Sommer,

der ihm der Freuden manche brachte. Im Junius ward ihm an demselben Tage ein Sohn geboren, an welchem der letzte, lange ersehnte Transport Brasilianischer Thiere, der ihm monatlange Beschäftigung geben sollte, auf dem Museum ankam, und einige Wochen darauf erhielt er noch einen Besuch von Hellwig, der, sich an dem Glücke seiner Kinder erfreuend, nun Alles erfüllt sah, was er vor 20 Jahren von Illiger vorhergesagt hatte. Der folgende Winter verfloss ihm unter leidlichem, obgleich nicht ganz ununterbrochenem Wohlbefinden, und desto unerwarteter überfiel ihn im März ein heftiger Bluthusten mit den bedenklichsten Folgen, um so furchtbarer den Seinen, je weniger er diesmal selbst grosse Gefahr zu sehn meinte. Die zunehmenden drohenden Zeichen liessen bald wenig Hoffnung zu glücklichem Ausgang, indessen er selbst, noch auf stundenlang heiter, und arbeitsam so lange es seine Kräfte gestatteten, keinen andern zu erwarten schien oder wenigstens die entgegengesetzte Besorgniss künstlich verbarg. Denn daran schien ihm besonders gelegen, den Muth seiner Gattin und Pfleger aufrecht zu erhalten, und die letzten Worte, die er schon im Todeskampf nach unsäglichen Leiden noch stammelte, waren solche halb scherzhaft an seine Frau gerichteten Worte des Trostes. Er verschied in der Nacht vom 9ten auf den 10ten Mai 1813 zu einer für Berlin merkwürdigen Zeit, als eben die Folgen der Schlacht von Gross-Görschen der Hauptstadt nahe Gefahr drohten. Die Nachricht von seinem Tode verhallte in den Klagen über die allgemeine Noth, nur drei seiner Freunde folgten der Bahre. Aber nicht geschwächt ist dadurch sein Andenken. Es lebt vielmehr in diesem Augenblicke vielleicht reger als je bei allen denen, die aus seinen Schriften Belehrung und Anleitung ziehen; selbst jenseits des Meeres, wohin sich seit dem freien Verkehr mit England Illiger's Werke verbreitet haben, wird sein Name vor allen andern Deutschen, die sich in dem Fache berühmt gemacht haben, geachtet; man verlangt sein Bild, seine Schriftzüge. — Und wer unter uns hätte ihn gekannt, ohne sich zu ihm hingezogen zu fühlen! wen hätte er je Freund genannt, der nicht stolz auf diesen Namen, solchen Vorzug priese und den Tod dieses Mannes als ein persönliches Unglück, als einen der härtesten Verluste betrachtete, die ihn jemals betroffen!

Verzeichniss von Illiger's Schriften.

A. Ganze Werke.

P. *Rossi Fauna etrusca. Ed. J. C. L. Hellwig. Helmst.* (*Fleckeisen*) 1795. 8.

Verzeichniss der Käfer Preussens, entworfen von J. G. Kugelann, ausgearbeitet von J. C. W. I., mit einer Vorrede von Hellwig. Halle, (Gebauer) 1798. 8.

Versuch einer vollständigen systematischen Terminologie des Thierreichs und Pflanzenreichs. Helmstädt (Fleckeisen) 1800. 8.

Oliviers Entomologie, übersetzt und mit Zusätzen vermehrt, 2 Bände in 4. Braunschweig (Reichardt) 1ster Band 1800, 2ter Band 1802.

Verzeichniss der Wiener Schmetterlinge, entworfen von zwei Lehrern des Theresianums (Denis und Schiffermüller). Zweite Ausgabe (Ohne Illiger's Namen, hinter der Vorrede unterschrieben: der Herausgeber; den ersten Verfassern in dieser veränderten Gestalt dedicirt). Erschien in 2 8Bänden 1801, Braunschweig (Reichardt).

Magazin für die Insectenkunde, 1ster bis 6ter Band, 1802—1807. Braunschweig (Reichardt) 8.

Prodromus systematis Mammalium et Avium, adjectis terminis utriusque classis. Berol. (*Salfeld*) 1811. 8.

B. Einzelne Abhandlungen.

Beschreibung einiger neuer Käferarten. In Schneider's entomol. Magazin vom Jahr 1794.

Nachricht von einer, in etlichen Gersten- und Haferfeldern um Braunschweig, wahrscheinlich durch Insecten verursachten Verheerung. Im Braunschweigischen Magazin vom Jahr 1795, No. 50.

Die Wurmtrockniss des Harzes. Ebend. Jahrg. 1798, No. 49 u. 50.

Die Erdmandel, ein neues Ersatzmittel des Kaffee's. Ebend. Jahrg. 1799, No. 29.

Ueber die Südamerikanischen Gürtelthiere (*Dasypus*), nach Azara's Reisen In Wiedemann's Archiv für die Zoologie von 1804.

Die wilden Pferde in Amerika. Im Br. Mag. Jahrg. 1805, No. 7.

Nachricht von dem Hornvieh in Paraguay in Südamerika, welches die Buenos-Ayres-Häute liefert. Ebend. Jahrg. 1805, No. 15 u. 16.

Ueber die Fortpflanzungsweise des Amerikanischen Beutelthiers; aus dem Engl. des Dr. Smith Barton zu Philadelphia. Ebend. Jahrg. 1808, No. 17 u. 18.

Ein Mittel und ein Vorschlag zur Vertreibung der Motten und andern Ungeziefers. Ebend. Jahrg. 1808, No. 22.

Einige Bemerkungen über die Deutschen Uebersetzungen fremder Reisebeschreibungen. Ebend. Jahrg. 1810, No. 19.

Abhandlungen

der

physikalischen Klasse

der

Königlich-Preussischen

Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1814—1815.

Berlin
in der Realschul-Buchhandlung.
1818.

Abhandlungen

der

physikalischen Klasse

der

Königlich-Preussischen

Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1814—1815.

Berlin

in der Realschul-Buchhandlung.

1818.

Inhalt.

Beobachtungen
über
die in Kristallen oder in Kristallmassen eingeschlossenen fremden Körper.

Von Herrn Gerhard *).

Unter den verschiedenen Erscheinungen, welche die kristallisirten Mineralien darbieten, sind die in ausgebildeten Kristallen oder in Kristallmassen eingeschlossenen fremden Körper sehr merkwürdig. Die Anzahl der ersten, wo fremde Körper sich in völlig ausgebildeten Kristallen befinden, ist nicht häufig, und bei der beträchtlichen Menge von Kristallen, welche ich zu sehn und zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, finden sich dieselben vorzüglich in den Quarzkristallen, so wie man auch zuweilen Kristalle von Spiefsglanz in Schwerspathkristalle, auch Glimmerblätter in Scapolith und Pinitkristallen eingeschlossen antrifft. Die in den Quarzkristallen eingeschlossenen Mineralien sind von verschiedener Art; entweder es sind ausgebildete Kristalle anderer Steinarten, oder es sind amorphische Steinarten, oder auch krystallisirte metallische Substanzen. Zu erstern rechne ich besonders ganz ausgebildete Kristalle von Epidot, Strahlstein, Feldspath, Chlorit und einem noch ganz unbekannten Mineral. So findet man zu Allemont die regulärsten Epidotkristalle in Quarzkrystallen, der Prasem enthält in regulären Quarzkristallen Kristalle von Strahlstein. Ich besitze ein wasserklares Stück

*) Vorgelesen den 5. Mai 1814.



Bergkristall von Allemont, in welchem ein höchst regulärer Kristall von Feldspath eingeschlossen ist. In Schlesien in der Gegend von Schreiberhau kommen Amethystkristalle vor, in welchen sich Kristallfäden von Titan befinden, und welche man dort Haar-Amethyst nennt. Der nach den Bemerkungen von Haüy aus kleinen 6seitigen Säulen bestehende erdige Chlorit, oder die sogenannte Sammterde, ist in den Kristallen des Quarzes, des Feldspaths am Gotthardt und zu Moschel-Landsberg häufig. An letzterm Orte hat Herr Collini vermocht zu behaupten, daſs ein Quarzkristall über den andern eingeschlossen sei, und das bloſs äuſsere Ansehn eines solchen Kristalls, welcher inwendig einen grünen Kristall und auf diesem einen wasserklaren zeigt, kann diese Idee erregen; wenn man aber einen dergleichen Kristall nach der Länge durchschneidet, so sieht man deutlich daſs in dem Quarzkristall sich bloſs eine Lage von Chlorit befindet, welche diesen Augenirrthum bewirkt. In den Pinit und einigen Scapolithkristallen sind Glimmerblätter mitten in ihnen eingewachsen. Am merkwürdigsten aber hat mir ein regulärer durchsichtiger Quarzkristall von Allemont geschienen, welcher äuſserlich mit vielen Glimmerblättern bedeckt ist, und an der Spitze mehrere völlig ausgebildete Kristalle eines fremden Minerals enthält. Diese Kristalle scheinen reguläre dreiseitige Prismen zu seyn, welche an beiden Enden abgestumpft sind, und wenn das Licht in einer bestimmten Richtung darauf fällt, einen metallischen Glanz äuſsern.

Wenn man dergleichen Kristalle, die andere in sich eingeschlossen führen, noch so genau beobachtet, so wird man in Absicht der äuſsern Figur des einschlieſsenden und selbst auch des eingeschlossenen gegen die gewöhnliche Form von beiden keinen Unterschied antreffen. Anders scheint es sich in Absicht der Bestandtheile zu verhalten, wenigstens sollte man nach der vom Herrn Buchholz unternommenen Untersuchung des Prasem meinen, daſs in den Bestandtheilen des eingeschlossenen Kristalls eine Veränderung vorgegangen. Nach einer von Laugier vorgenommenen Untersuchung des Strahlsteins vom Zillerthal enthält derselbe Kiesel 50, Talk 19, Thon 0,75, Kalk 9,25, Eisen 15, Chrom 3, Wasser 5, nebst einer Spur von Kali, und nach Herrn Buchholz sind in dem Prasem enthalten Kiesel 98,5, Eisen 1, Thon und Mangan 0,5, und doch ist die Verbindung zwischen dem Quarz und dem Strahlstein im Prasem höchst innig, so daſs die gewöhnliche keilförmige Absonderung aufs deutlichste aus dem büschelförmig auseinanderlaufenden Brucke des Strahlsteins entsteht, der oft ganz für sich

hervortritt und, in die Kristalle des Prasem hineingehend, die Kristallisation trübt, und man kann also wohl gewiſs annehmen, daſs unter dem von Herrn Buchholz untersuchten Prasem auch Strahlstein gemengt war. Wenn ferner das Schillern der Katzenaugen von in selbigen befindlichen Amianthfäden wirklich herrührt, so hat doch Herr Klaproth bei dessen Zerlegung nichts von der im Amianth befindlichen Talkerde entdeckt. Kann und darf man diese Untersuchung des Prasem als richtig annehmen, so wäre es ein Beweis daſs die Bestandtheile eines Kristalls, je nachdem er isolirt oder in einander gemengt ist, bei vollkommen gleicher Form sich sehr verschieden verhalten können, welches zu nicht unwichtigen Folgen für das oryctognostische System führen würde.

Auſser den ausgebildeten fremdartigen Kristallen, welche man in andern ausgebildeten Kristallen vorfindet, trifft man in den letztern auch solche fremde Körper an, welche man eigentlich nicht zu Kristallen rechnen kann; dahin gehören unter andern die in Quarzkristalle eingewachsnen Fäden und Blätter von Asbest und Bergleder, wie auch mehrere moosartige Gestalten, welche in regulär gebildeten Kristallen vorkommen, und welche von der Natur des Chlorit oder der Hornblende zu seyn scheinen, so wie ich auch einen Quarzkristall besitze, in welchem Wolfram deutlich eingewachsen ist.

Allein viel häufiger als diese beiden Erscheinungen ist das Vorkommen völlig rein ausgebildeter Kristalle in Kristallmassen, welche in ihren Bestandtheilen, selbst wenn sie rein kristallisirt sind in ihren Formen von den fremden Kristallen, welche sie in sich führen, himmelweit unterschieden sind. Ich will hier gar nicht von den so verschiedenen Kristallen reden, welche man im Granit, im Gneuſs, in dem Glimmerschiefer, im Sienit antrifft, weil diese, ob zwar lauter Kristallmassen, aus Theilen verschiedener Steinarten bestehen, sondern ich will nur die Kristallmassen nehmen, welche homogen sind, und wohin man die Lager, welche aus Quarz, aus primitiven oder Urkalk, aus Speckstein als Grundmasse des Serpentin, aus Weiſsstein bestehen, auch die Lager von Talk- und Lavetstein nehmen muſs. Wem ist unbekannt, daſs man in den Quarzlagern Glimmer, Granit, Schörl, Hornblende, Turmalinkristalle vorfindet. In dem Weiſstein kommen Granaten, Schörl, Cyanit, Glimmer häufig vor. Der Serpentin ist öfters voller Granaten, Glimmer und Amianth. Besonders ist der Urkalk an solchen fremden Kristallen reich, da man in selbigen Quarz, Hornblende,

Glimmer, Strahlstein, Epidot, Talk, Amianth, Tremolith, Granat antrifft. Außerdem enthalten die Lager, welche aus solchen Kristallmassen bestehn, öfters auch amorphische fremde Mineralien, wozu in Quarz Hornstein, in dem Urkalk aber der edle Serpentin, Hornstein und Speckstein gehören. Es mögen nun dergleichen fremde Kristalle in wirklich ausgebildeten Kristallen oder Kristallmassen sich befinden, so fällt deutlich in die Augen, daſs sie nicht von auſsen in dieselben hereingebracht, sondern in ihnen selbst gebildet sind, weil es sonst nicht möglich wäre, daſs sie die reguläre Form der überaus scharfen Kanten, Spitzen und Ecken besitzen kannten, welche man an ihnen beobachtet. Es ist indeſs keine leichte Frage, den Ursprung und die Bildung dieser Kristalle auf eine genügende dem bishero bekannten Gesetzen der Chimie angemessenen Art zu erklären, besonders wenn man dabei folgende auf sichere Erfahrungen sich gründende Umstände in Erwägung zieht.

1) In den Kristallen und in den Kristallmassen findet man häufig keine Spur eines Bestandtheils, welche die eingeschlossenen Körper enthalten. Der in dem Quarz und in dem Urkalk eingeschlossene Feldspath, Glimmer und Turmalin besitzt einen starken Kaligehalt, welcher dem Quarz und dem Urkalk ganz fehlet.

2) Die eingeschlossenen Kristalle sind nicht allein in ihren primitiven und in ihren secondären Formen, sondern in der qualitativen und quantitativen Beschaffenheit ihrer Bestandtheile, in ihrem Verhalten gegen das Feuer und in ihren physischen Eigenschaften verschieden, und brechen doch sehr nahe bei einander. So findet man in dem Kalklager bei Schmiedeberg im Fürstenthum Jauer Stufen von wenigen Zoll Länge und Dicke, in denen Epidot, Glimmer, Strahlstein, Granat zusammen vorkommen.

3) Nach den bisherigen mit diesen fremden in Kristallmassen befindlichen Steinen vorgenommenen chimischen Zerlegungen muſs man glauben, daſs das Muttergestein, wenn sie äuſserlich von demselben gänzlich gereinigt sind, auf ihre Form, auf ihre Bestandtheile, auf ihre physische Eigenschaften keinen Einfluſs habe und in diesen Dingen nichts bei ihnen ändern. In Absicht der Form und der physischen Eigenschaften, als eigenthümliche Schwere, Electricität, selbst in dem Verhalten im Feuer, kann man dies wohl mit Gewiſsheit behaupten. Ich habe Turmaline in Quarz, in Speckstein, in Glimmerschiefer untersucht und gefunden, daſs sie weder in der Form, noch in der Electricität, noch in dem eigentlichen Gewichte

von einander verschieden sind, ja sogar vor dem Löthrohr zeigen sie dieselben Erscheinungen. Eben so habe ich es bei dem Strahlstein, bei dem Epidot, bei der Hornblende gefunden, es mochte auch das Muttergestein in allen seinen Eigenschaften nach noch so verschieden seyn. Es ist indeſs allerdings zu bedauern, daſs bei der chimischen Zerlegung dieser Steinarten ihr Muttergestein nicht immer beobachtet worden, weil sich vielleicht hieraus erklären lieſse, woher die Verschiedenheit in dem quantitativen Verhältniſs der einfachen Erden, welche bei verschiedenen Zerlegungen derselben Steinart bemerkt werden, rühre. Es ist mir indeſs doch höchst wahrscheinlich, daſs die benannten Verschiedenheiten mehr von dem Chimisten oder von noch auflebendem Muttergestein herrühren; denn einmal findet es sich doch, daſs die Zerlegungen derselben Steinart, welche von vorzüglichen Chimisten, einem Klaproth und Vauquelin, gemacht worden, auch in dem quantitativen Verhältniſs der einfachen Erden sehr genau übereinstimmen, und auſserdem habe ich bei dem Verhalten der Hornblende, des Epidot, der Turmaline aus ganz verschiedenem Muttergestein vor dem Löthrohr sogar in Rücksicht der zum Schmelzen erforderlichen Zeit keinen Unterschied beobachtet, welches also auf die Gleichheit der Bestandtheile sogar in quantitativer Rücksicht schlieſsen läſst.

Erwägt man diese Beobachtungen mit nöthiger Aufmerksamkeit, so erschweren sie die Bildungsart dieser angeschlossenen Kristalle ungemein. Daſs sie nicht von auſsen in ihr Muttergestein hereingekommen, ist schon oben bemerkt und erwiesen, folglich müssen sie in ihm selbst und bei seiner Bildung oder kurz nach derselben entstanden seyn. Allein hier entsteht so manche schwer zu beantwortende Frage. Woher kommt es, daſs diese Kristalle Bestandtheile enthalten, welche ganz oder doch gröſstentheils dem Muttergestein fehlen? Wie geht es zu, daſs die in einem rein ausgebildeten Kristall eingeschlossene fremde die Kristallform im ersten nicht ändern? Wie können Kristalle, welche in Form und quali- und quantitativen Bestandtheilen in physischen Eigenschaften so sehr von einander abweichen, in demselben Muttergestein in nicht zollweiten Entfernungen von einander haben anschieſsen können? Der Neptunist wird sich aus diesen Schwierigkeiten dadurch herauswickeln zu können glauben, wenn er behauptet, das Muttergestein und die in selbigem befindlichen Kristalle hätten sich in dem ganz allgemeinen Auflösungsmittel oder seinem Urmeere befunden, und wären aus demselben zugleich abgeschieden worden. Allein

wenn man auch diese mehr als abenteuerliche Hypothese eines Urmeers auf einen Augenblick annehmen wollte, obgleich Herr Breislack dieselbe in seiner vortrefflichen Geologie fast mathematisch widerlegt hat, und welches ich auch in meiner den 3ten August 1812 vorgelesenen Abhandlung von der Kristallisirung der Urgebirge widerlegt zu haben glaube, so stehen doch der Bildungsart dieser Körper auf diesem Wege noch manche sehr wichtige Schwierigkeiten im Wege, welche nach bisherigen bekannten chemischen Erfahrungen sich wider sie äufsern. Man müfste nach dieser Theorie als sicher annehmen, beides, das Muttergestein und die darin eingeschlossenen Kristalle, wären in der allgemeinen Flüssigkeit, und zwar letztere schon als solche, das heifst z. B. als Granat, als Schörl etc. aufgelöst enthalten gewesen. Ob nun zwar der Chimist und die Natur in demselben Wasser mehrere und von einander verschiedene Salze auflösen kann, so findet sich doch, dafs nach den verschiedenen Cohäsionskräften, nach den verschiedenen Graden der Auflöslichkeit, nach dem verschiedenen eigenthümlichen Gewichte dieser aufgelösten Substanzen, die Scheidung derselben sehr verschieden sei. Allein wie sehr sind Epidot, Glimmer, Granat, Quarz, Feldspath etc. in diesen Eigenschaften von einander verschieden, und wie ist es also möglich, dafs diese ihrer Natur nach so verschiedenen Körper zu gleicher Zeit an denselben Orten in den kürzesten Entfernungen sich absetzen können? Was mufs das für ein Menstrum seyn, welches zugleich die einfachen Erden, Laugensalze, Metall-Oxyde auflösen, und dieselben in besondere Verbindungen zugleich und auf einmal wieder absetzen kann? Wem ist ein Auflösungsmittel bekannt, welches ein ganzes Granat-, ein ganzes Glimmerblatt in flüssiger Gestalt in sich nehmen könnte? Hierzu kommt noch eine Beobachtung, welche ich bei Kristallisationen einiger solchen Laugen, welche verschiedene Arten von Salzen enthalten, bei dem Anschufs derselben in grofsen Quantitäten zu machen Gelegenheit gehabt habe. Es ist bekannt, dafs die Laugen der Salpeter-Erden keinen reinen, sondern einen mit mehr oder weniger Menge Kochsalz gemengten Salpeter enthalten. Wenn man nun dergleichen Laugen im Grofsen kristallisiren läfst, so dafs man aus einem Kristallisir-Gefäfse 1 Ct. und mehr Salpeter in grofsen regulär ausgebildeten Kristallen enthält, so wird eine Auflösung auch der gröfsten Kristalle in destillirtem Wasser von einer Auflösung des Silbers oder des Bleies in Salpetersäure stark getrübt, und es fällt Hornblei oder Hornsilber nieder. Nimmt man aber dergleichen grofse Salpeterkristalle,

wäscht sie mit destillirtem Wasser sorgfältig ab, löset sie darauf in destillirtem Wasser, so bringen jene metallische Auflösungen kaum eine Trübung zuwege. Hieraus folgt, dafs die Kristalle des Kochsalzes sich nur an der äufsern Oberfläche der Salpaterkristalle angesetzt, aber nicht ihre Substanz durchdrungen haben, welches doch der Fall bei fremden Steinkristallen ist, welche in rein ausgebildeten Steinkristallen vorkommen. Eben so enthalten die Kiese, welche man auf Vitriol benutzt, nach des berühmten Bergraths Henkel Beobachtungen, Thonerde, welche, mit der Schwefelsäure verbunden, Alaun bildet. Allein wenn man die grofsen Anschufsgefäfse, in welchen eine solche Vitriol- und Alaunhaltige Lauge kristallisirt, beobachtet, so wird man mit blofsen Augen die auf den grünen oder bläulichen Vitriolkristallen aufsitzenden achtseitigen wasserklaren Alaunkristalle deutlich wahrnehmen, und sie sind mit den Vitriolkristallen so locker zusammenhängend, dafs man ganz kleine Alaundrusen ohne Verletzung der Vitriolkristalle davon abnehmen kann. Hier hat also abermals ein Salz das andere nicht durchdrungen, sondern sich auf die Fläche angesetzt. Alle diese Umstände beweisen also klar, dafs jene Bildungsart nicht die wahre seyn kann.

In der oben angeführten den 3. August 1812 vorgelesenen Abhandlung bin ich bemüht gewesen zu beweisen, dafs die festen und flüssigen Theile unserer Erdkugel durch die Festwerdung der verschiedenen mit einander gemengten Gasarten ihre Bildung erhalten hätten, und dafs man bei Annahme dieser Theorie allein den Schwierigkeiten vorbeugen kann, welche mit der Theorie der Neptunisten oder der Vulcanisten verbunden sind. Zu den Gründen, die ich damals angeführt, um zu beweisen, dafs wirklich die Gasarten, wenn sie von den mit ihnen verbundenen Feuermaterie, welche ihnen die Gasform gegeben, in Erden übergehn konnten, kann ich noch zwei Beobachtungen zusetzen, von denen die eine Herr Vauquelin, die andere ich selbst zu machen Gelegenheit gehabt habe. Man brachte Herrn Vauquelin feine Glasfäden, welche sich an der Mündung oder an der sogenannten Gicht eines hohen Ofens angesetzt hatten, und welche nach seinen Versuchen aus Kieselerde bestanden. Nun wird wohl Niemanden einfallen zu behaupten, dafs die Kieselerde als solche in der Hitze eines hohen Ofens sich verflüchtigen kann, zumal nach den mit Sauerstoffgas vor dem Löthrohr angestellten Versuchen, die Kieselerde in diesem weit höhern Feuergrade keine Verflüchtigung erleidet. Es bleibt also nichts übrig,

als dafs sich die Kieselerde hier aus Dämpfen gebildet, welche aus den in dem Ofen befindlichen Materialien hervorgebracht worden, und welche an der Gicht sich coagulirt hatten.

Eben so hat man bei dem hohen Ofen zu Wzieskow ohnweit Creuzburg in Ober-Schlesien folgende merkwürdige Erscheinung gehabt. Dieser Ofen, so wie fast alle der dortigen Provinz, werden mit den bekannten braunen zinkhaltigen Eisenerzen von Tarnowiz betrieben. Bei dem besten Gange desselben bemerkten die Arbeiter, dafs die Düsen an den Balgen mit einem haarförmigen Ueberzuge behängt wurden, welches kaum eine Viertelstunde dauerte, und wobei nach ihrer Versicherung kein sichtbarer Dunst oder eine Flamme aus der Form herausschlug. (Es ist zu bedauern, dafs der Officiant nicht anwesend war, denn die unverständigen Arbeiter kehrten diesen Ueberzug ab, so dafs nur die kleine Portion, die ich vorzuzeigen die Ehre habe, davon gerettet wurde. Diese Materie besteht aus sehr feinen eisenschwarzen Fäden, welche unter einer achroamatischen 100 mal im Durchmesser vergröfsernden Linse, keine ausgezeichnete Gestalt, aber einige Durchsichtigkeit zeigen, und ist hin und wieder mit kleinen Eisenkörnern gemengt. Werden diese völlig abgesondert, und übergiefst man diese Fäden mit gewöhnlicher Salzsäure, so zieht sie etwas weniges Eisen heraus, welches sich durch die bekannte Blutlauge als Berliner Blau niederschlagen läfst, und die Fäden nehmen eine hellgraue Farbe an. Vor dem Löthrohr und in einer Hitze, welche in 2 bis 3 Minuten Gold, Silber und Roheisen, ja Gufsstahl schmelzt, laufen sie in eine schwarze glasige, aber undurchsichtige Schlacke gleich bei Berührung der Flamme zusammen. Da die Arbeiter bei der Bildung dieser Materie keinen sichtbaren aus der Form hervorkommenden Dampf, auch keine Flamme beobachtet haben, so ist es wohl höchst wahrscheinlich, dafs diese Materie gafsförmig gewesen ist, und da sie vor dem Löthrohr eine Schlacke giebt, so mufs man wohl die Gegenwart erdiger Theile in ihr annehmen; und also glaube ich, dafs sie eben so wie die bekannten B r e i s l a c k schen Pyroxen-Kristalle aus einer Gasart entstanden sind. Nimmt man also die in jener Abhandlung aufgeworfene Theorie an, so werden sich die Erscheinungen, von welchen hier die Rede ist, vielleicht mit mehr Wahrscheinlichkeit erklären lassen. Wie nämlich das aus Sauer- Wasser-, Kohlen- und Salpeterstoff bestehende Gemenge höchst wahrscheinlich durch einen ungeheuern elektrischen Procefs coagulirt wurde, und sich vielleicht aus den einzelnen Basen dieser Gasarten, oder aus der Ver-

Verbindung mehrerer, die Kiesel-, Kalk-, Thon- und Bittererden und die Alkalien bildeten, welche wir in den Schichten unsers Planeten antreffen, so konnte ein Theil dieser Produkte rein und ungemengt bleiben, von andern aus diesen hervorgebrachten Substanzen wieder zusammengesetzt werden, und auf solche Art die ersten feinsten Grundtheile der fremden Kristallinen-Körper bilden, welche wir in ihnen antreffen, und letztere mit ersteren ein Gemenge machen. Es ist aber auch natürlich, ja selbst gewifs, dafs aus der Vermischung des Sauer- und Wasserstoffs Wasser gebildet wurde, und also Wasser zum Vorschein kam, so dafs also dieser ungeheure Niederschlag eine breiartige Masse darbot, in welcher eine Verschiebbarkeit der Theile stattfinden konnte. Es konnten sich nach den Verwandtschafts-Gesetzen die kleinen Theile des Quarzes, des Feldspaths, des Glimmers und andrer hier berührten Steinarten anziehen und mit einander verbinden, und gröfsere Massen bilden. War dieser Brei fester, so konnten keine ausgebildete Kristalle erfolgen; war er mit Wasser gemengt, und erhielten die Theile dadurch eine leichtere Verschiebbarkeit, so konnten auch diese reguläre Formen entstehen. So war es möglich, dafs in einem Muttergestein an demselben Orte und in einer kleinen Entfernung sich Kristalle erzeugen konnten, welche an Form, Härte, Bestandtheilen, physischen Eigenschaften sehr verschieden waren. Die über diese Kristallisationen gemachte Bemerkungen scheinen diesen Gedanken fast überall günstig zu seyn. Im Granit sind ausgebildete Kristalle selten, und noch mehr Kristalle, welche von andrer Natur sind als diese Gebirgsart selbst. Bei dem Granit war also die Masse dichter, die Theile nicht so leicht verschiebbar, hatte auch weniger Wasser als in dem weicheren Gneis, Glimmerschiefer und Urkalk, in welchen auch mehrere eingeschlossene fremde Kristalle sich befinden. Eben so ergiebt sich von selbst, dafs diese Kristalle nicht durch die ganze Masse des Muttergesteins sich verbreiten konnten, vielmehr blofs in einzelnen Gruppen, wie es sich wirklich in der Natur zeigt, anschiefsen mufsten. Eben so ist leicht erklärbar, wie und warum in dem umgebenden Muttergestein, Bestandtheile entweder ganz oder doch gröfstentheils vermifst werden, welche sich in den eingeschlossenen Kristallen finden, und umgekehrt warum manche Bestandtheile aus dem Muttergestein in dem eingeschlossenen Kristall fehlen, weil die Elemente der ersten und auch der letztern zugleich entstanden. Endlich darf man sich auch gar nicht wundern, wenn man in ausgebildeten Kristallen eine Steinart anderer ausgebildeter Kristalle findet. Die

Bildung der Kristalle ist zuverlässig nicht auf einmal, sondern nach und nach erfolgt. Ich habe dies deutlich in einem 1779 zu Hohen-Giersdorff eröffneten alten Stollen bemerkt, in welchem vor Ort eingehauene Berge von Gneus lagen, welche eben so wie die Forst dieser Stollen mit Kalkspathkristallen der 3seitigen Pyramide überzogen waren, von denen einige die völlige Härte dieser Kristalle hatten, andre aber so weich waren, daſs sie zwischen den Fingern zerflossen. Wenn also in einer Masse, aus der sich ein groſser Kristall als Steinart bilden konnte, sich wenige Elementar-Theile einer andern befanden, so konnten diese sich anziehen, und also den kleinen Kristall in den groſsen formiren. Die von unserm berühmten Mitbruder, dem Herrn von Buch, über den Leucit angestellten Erfahrungen scheinen mir dieser ganzen Theorie ein groſses Gewicht beizulegen. Dieser scharfsinnige Gelehrte hat, so viel es bei solchen Gegenständen möglich ist, so mit Evidenz erwiesen, daſs der Leucit nicht als solcher ausgeworfen, sondern in der breiartig flieſsenden Lava erst durch die Anziehung seiner in ihr befindlichen Theile hervorgebracht worden. Selbst die in den mancherlei Arten von Porphyren, Basalten vorkommenden und ganz wie mit den schärfsten Winkeln und Ecken ausgebildeten Kristalle geben den stärksten Beweis, daſs homogene in einer Masse von verschiebbarer Consistenz befindliche Theile sich einander nähern und reguläre Kristalle bilden können. Erwägt man endlich, daſs bei den Versuchen über die Auflösung der Mittelsalze durch Hülfe der galvanischen Säule ihre Bestandtheile sich abgesondert an den verschiedenen Polen zeigen, ja selbst durch Flüssigkeiten, mit denen sie sich leicht verbinden, unverändert durchgehen, und an den Polen sich erst entwickeln, so erhält diese Meinung eine neue Stütze. War vielleicht selbst die galvanische Materie in dergleichen Steinarten mit den uranfänglichen Erden aus denen sie bestehen, verbunden, entgeht diese vielleicht den Chimisten bei ihrer Zerlegung, und liegt vielleicht hierin der Grund, warum sich dieselben im Feuer ganz anders verhalten, als Massen welche aus denselben qualitativen und quantitativen zusammengesetzten Elementen bestehen? Man könnte vielleicht hiergegen noch einwenden, daſs, wenn diese ganze Theorie richtig und annehmbar wäre, diese fremde Kristalle mehr kugelförmig eingewachsen, ja daſs die ganze Substanz aus der sie bestehen, eine kugelförmige Substanz haben müsse. Allein einmal findet man dieses in der Natur sehr häufig, wovon selbst die nicht selten vorkommenden Granitkugeln ein redender Beweis sind. Auſserdem muſs man aber bedenken, daſs

bei Bildung der Kugeln die Ziehkräfte von allen Punkten gleich, bei der Kristallisation aber, ungleich sind. Daher mag es auch kommen, daſs die Steinarten, welche so selten oder gar nicht kristallisirt vorkommen, z. B. Chalcedon, Feuerstein, Carniol und andre meist in Kugelform erscheinen. Vielleicht haben die meisten Conglomerate, Puddingstein, ja selbst die berühmte Nagelfluhe, diesen Umständen ihre Entstehung zu verdanken, da es bei dem starken Fallen, welches man bei den Nagelfluhschichten häufig beobachtet, unmöglich ist, daſs sie ihre Entstehung Rollsteinen zu verdanken haben: eine Sache, deren genauer Untersuchung ich eine künftige Abhandlung widmen werde.

Beiträge zur Geschichte des Weissteins, des Felsit und anderer verwandten Arten.

Von Herrn Gerhard *).

I. Ueber den Weisstein.

Unter den Steinarten, welche in mancher besonders geognostischen Rücksicht noch etwas problematisch sind, nimmt der Weisstein einen beträchtlichen Platz ein. Die erste Nachricht von diesem Stein findet sich in denen im Jahr 1761 herausgegebenen kleinen Schriften des ehemaligen Berghauptmanns von Justi, allwo er ihn mit dem Namen eines neuen Mährischen Halb-Edelsteins aufführt, und behauptet, daſs er ein Gemenge von Jaspis und Granaten sei, und in dem Gebirge bei Namiest vorkomme, weshalb er auch in der Folge den Namen Namiester Stein erhielt. Nach dem Auszuge eines Schreibens des Herrn Bergraths Werner an Herrn Engelbrecht, welches sich in der von selbigem 1802 herausgegebenen Beschreibung dieses Minerals befindet, versichert Herr Werner, diese Steinart sei ihm bereits seit 1778 bekannt, und er habe ihr den Namen Weisstein gegeben. In der Folge der Zeit haben die Herren Mohſs, Weiſs und Pusch diese Steinart noch näher beschrieben, der erstere und der letztere ihn als eine

*) Vorgelesen den 2. März 1815.

Art von Granit betrachtet, Herr **Weifs** aber hat ihm den sehr passenden Namen Granulit beigelegt. Alle diese drei Schriftsteller, so wie auch Herr **Engelbrecht**, betrachten diesen Stein als einen völlig gemengten Stein und als eine Gebirgsart, und aufser Herrn **Engelbrecht** behaupten sie, die Masse desselben sei Feldspath, in welchem gemeiniglich kleine Granaten, zuweilen auch Glimmer, Cyanit und Hornblende eingesprangt wären; letzterer aber behauptet, die Hauptmasse des Weissteins sei eine Steinart, welche mit dem dichten Feldspath viel Aehnlichkeit habe, ohne jedoch in allen Kennzeichen mit demselben übereinzukommen. Allein es sind mir zwei Punkte in Schlesien bekannt, wo dieses Mineral rein oryctognostisch und ohne Beimengung anderer Steinarten vorkommt, und es erscheint in dieser Gestalt zuweilen, aber nur selten, in dem Sächsischen Weissteingebirge, und deshalb mufs es oryctognostisch und geognostisch untersucht werden. Ich bemerke hiebei gleich anfänglich, das der Name Weisstein ganz unpassend ist. Einmal haben wir schon einen Stein der diesen Namen führt, indem man das griechische Wort Leucit wohl nicht anders als durch Weisstein übersetzen kann. Man findet ferner den gemengten Stein auch von andrer als von weifser Farbe. Dagegen verwandelt er sich im Feuer in eine milchweifse einer Emaille ähnliche Masse; und daher glaube ich, dafs man am besten thun wird, den reinen Weisstein Amausit oder Glasurstein, den gemengten aber nach Herrn **Weifs** Granulit zu nennen. Was nun die Kennzeichen des Amausit betrifft, so kann man folgende annehmen.

Er bricht derb ohne bestimmte Form.

Die Farbe ist weifs, weifsgelb, und fällt auch zuweilen in das bleiche Aschgrau.

Der Bruch ist kleinsplittrig und zeigt bisweilen Anlage zum versteckt blättrigen.

Er ist schimmernd mit schwachem Fettglanz, etwas fettig anzufühlen.

Er ist sehr hart, so dafs er den Feldspath ritzt, von dem Feuerstein aber geritzt wird.

Ungemein schwer zersprengbar.

Die Bruchstücke sind scharfkantig und an den Kanten durchscheinend.

Er wirkt nicht auf die Magnetnadel, ist aber ein schwacher Leiter der Elektricität.

Eigenthümliches Gewicht 2,658.

Vor dem Löthrohr schmelzt er nach 6 Minuten, ohne sich aufzublähen, mit einem blauen Schein nur an den Kanten, zu einer weissen Emaille.

In dem Gutfeuer der hiesigen Porzellan-Oefen giebt er eine weisse, harte, undurchsichtige, poröse Emaille mit splittrigem Bruche.

Nach den mit drei Stücken von verschiedenen Arten von Herrn Klaproth angestellten Versuchen enthält er im Durchschnitt:

Kiesel 77,33. Thon 12,66. Eisen 1,33. Kali 5,40. Wasser 0,75.

Vergleicht man diese Kennzeichen mit denen, welche der Feldspath besitzt, so sieht man gleich, daſs beide nicht zu einer Gattung gehören, sondern daſs der Amausit eine eigene, obgleich dem Feldspath noch verwandte, Gattung ausmache; denn der Amausit ist dicht, der Feldspath blättrig, auch härter, indem er den Feldspath ritzt. Jener hat viel mehr Eigenschwere, da die des Feldspaths nur 2,588 ist. Im hiesigen Porzellan-Feuer schmelzt der Amausit zu einer weiſsen, undurchsichtigen, sehr porösen, auf dem Bruche splittrigen Emaille. Allein der Feldspath giebt ein halbdurchsichtiges mit äuſserst feinen Poren erfülltes Glas von muschligem Bruche. Endlich sind bei beiden Steinarten die Bestandtheile zwar qualitative einerlei; aber bei dem Amausit ist die Kieselerde viel häufiger, die Thonerde und das Kali aber in weit geringerer Menge als bei dem Feldspath vorhanden, und dieser sechsfache Unterschied ist vollkommen hinreichend, den Amausit zu einer besondern Gattung anzunehmen. Eben so wenig kann er zu dem sogenannten dichten Feldspath oder dem Felsit des Herrn Klaproth gerechnet werden, weil dieser statt Kali Natrum und auch viel Kalkerde enthält, welche dem Amausit fehlt, andrer äuſsern Kennzeichen, wodurch beide Steinarten von einander abgehen, nicht zu erwähnen.

Einen Uebergang des Amausit muſs ich erwähnen, und dieser geschieht in einen wahren Chalcedon, welches aber bei der groſsen Menge von Kieselerde, die er enthält, nicht zu verwundern ist.

Ich komme nun zu dem gemengten Weisstein, oder wie ihn der Herr Weiſs sehr passend benannt, zu dem Granulit.

Was nun die Gemengtheile dieser Steinart anbetrifft, so hat bereits Herr Mohſs bemerkt, daſs sie aus Feldspath und aus Granaten bestehen, weshalb er sie auch als eine Gattung des Granits betrachtet.

Ich habe Gelegenheit gehabt, eine zahlreiche Sammlung dieses Minerals aus dem Sächsischen Weisstein-Gebirge bei Koren, Altenburg, Penig und der dortigen Gegend zu erhalten, desgleichen aus Schlesien, aus der Gegend von Weistriz und dem Zobtenberge, und in keinem die Beimengung von Granaten vermifst, so wie auch der bekannte Namiester Stein aus Mähren blofs aus Amausit und Granaten besteht. Diese Granaten erscheinen in kleinen Körnern, welche dem Ansehn nach dem Pyrop am nächsten kommen. Zuweilen sind sie nur hin und wieder, zuweilen aber in solcher Menge darin befindlich, dafs der Stein ein röthliches Ansehn erhält. Ich halte daher dafür, dafs der Granulit aus Amausit und Pyropkörnern wesentlich gemengt sei. Allein aufserdem findet man in dem Granulit auch Hornblende, Glimmer und Cyanit dergestalt eingesprengt, dafs zuweilen nur einige dieser letzten drei Steinarten, zuweilen aber auch alle, in demselben vorkommen. Er nähert sich also hierdurch dem wahren Granit, welcher aufser seinen wesentlichen drei Bestandtheilen auch öfters Kristalle von Schörl, Turmalin, Hornblende, ja selbst von Granaten enthält. Diejenigen, welche von dem Granulit geschrieben, wollen zwei Arten desselben annehmen, den körnigen und den schiefrigen, von denen sich ersterer mehr dem wahren Granat, der andre aber dem Gneuse nähern soll. Wenn man aber mehrere Stuffen mit einander vergleicht, so wird man gewahr, dafs der schiefrige mehr Aehnlichkeit mit dem adrigen Granit des Herrn von Saussure zeige, als dafs er Aehnlichkeit mit dem Gneus habe, also dafs das schiefrig scheinende Gewebe blofs von der Lage der fremden Gemengtheile abhängt. Es ist indefs sehr merkwürdig, dafs das Produkt, welches bei der Schmelzung des Granulit erfolgt, man mag körnigen oder schiefrigen nehmen, ebenfalls in Schichten sich zeiget, in denen das schwarze Glas der Granaten oder der Hornblende mit der weifsen porösen Emaille das Amausit abwechselt, so dafs ein ganzes Stück Amausit, vor sich geschmolzen, mehrere dergleichen über einander liegende schwarze und weifse Lagen zeiget.

Wichtiger, aber auch verwickelter ist die Frage über das Vorkommen des Granulit, und ob er eine eigene oder eine untergeordnete Gebirgsart sei. Es ist zu bedauern, dafs das Granulit-Gebürge nur an einem einzigen Orte, nämlich auf dem nordwestlichen Abfall des Erzgebirges, mit einiger Genauigkeit untersucht worden, und doch sind die Geognosten, welche an Ort und Stelle gewesen, nicht einerlei Meinung. Herr Pusch scheint mir, in seiner über das Weissteingebirge in Leonhardt's Taschenbuch 6ter Jahr-

gang Seite 126 befindlichen Abhandlung deutlich erwiesen zu haben, dafs der dortige Granit kein neuer Granit sei, und dafs der Granulit dem dortigen Gneus-Gebirge nicht untergeordnet sei, vielmehr ein selbstsändiges Gebirge mache, das in der Folge der Urgebirge zwischen dem ältesten Granit- und dem ältesten Gneus-Gebirge inne liege. Nach ihm bilden Granit und Granulit stets mehr oder weniger grofse Parthien, welche daher nicht scharf begränzt sind, sondern fast immer den deutlichsten Uebergang einer Gebirgsart in die andere bilden, so dafs man das eigentliche Verhältnifs dieses Zusammenkommens nicht genau bezeichnen könne. Ich habe Gelegenheit gehabt, viele Stücke von diesem Granit und von dem darin vorkommenden Granulit zu erhalten. Der erste ist grobkörnig, hat die gewöhnlichen Gemengtheile, Quarz, Feldspath und Glimmer, allein er unterscheidet sich doch von andern Graniten in manchen Stücken. Einmal sind die Farben des Glimmers sehr abwechselnd, rosenroth, grün, gelb. Ferner führt er Epidot, Schörl, Turmalin, Granaten, besonders aber glasigen Scapolit sehr häufig in sich. Es schien mir daher nicht unwahrscheinlich, dafs vielleicht bei diesem Granit der Amausit die Stelle des Feldspaths einnehmen möchte. Deshalb brachte ich ganze Stücke davon in das Porzellanfeuer, um zu sehen, ob bei deren Schmelzung sich das gewöhnliche Glas des Feldspaths oder die Emaille des Amausit zeigen werde. Allein alle Stücke verhielten sich wie jeder Granit, das heifst, sie waren geschmolzen, hatten oberwärts eine braune Rinde, und bei dem Zerschlagen hatte wie gewöhnlich der Feldspath ein weifses, der Glimmer ein schwarzes Glas gegeben, und der Quarz seine Durchsichtigkeit verloren und war gar nicht geschmolzen.

Das Vorkommen des Granulit an dem nordwestlichen Abhange des Engelsberges bei Zobten in Schlesien scheint die Meinung des Herrn Pusch zu bestätigen, da in dem dasigen meist grobkörnigen Granit ein Lager von einem körnigen sehr granatreichen Granulit sich zeigt, welcher sich im Feuer eben so wie der Sächsische verhält, indem er vor sich schmelzt und dabei Lagen von schwarzem Glase und weifser poröser Emaille zeigt. Ich müfste indefs der Erfahrung widersprechen, wenn ich den Satz des Herrn Pusch allgemein für alle Lagerung des Granulit annehmen wollte, indem denselben zwei Beobachtungen aus dem Schlesischen Gebirge widersprechen. Einmal macht der Granulit in dem Gneuse bei Weistriz im Fürstenthum Schweidnitz ein ausgedehntes Lager, und aufserdem befindet sich bei Guren in der Scheidung des Gneuses und des dortigen ausgezeichneten Glimmerschiefers

schiefers ebenfalls ein Lager von Granulit, in welchem ein baumförmigen leicht angeflogener Braunstein häufig vorkommt. Nach allen diesen Beobachtungen ist es mir mehr als wahrscheinlich, dafs der Granulit zwar zu der Ur- oder Schiefer-Formation gehöre, und dafs er ein untergeordnetes Lager, bald des Granits, bald des Gneuses ausmache, worüber man sich auch wegen der grofsen Aehnlichkeit der Grundmasse des Amausit mit dem Feldspath gar nicht wundern darf. Künftige Beobachtungen über den Granulit müssen hierüber nähere Belehrungen geben.

Ein anderer Umstand ist indefs desto merkwürdiger, nämlich dafs der Granulit durch häufigere Beimengung der Hornblende in Grünstein übergeht, welches sich beides bei Penig deutlich zeigt. Man wird also vielleicht künftig behaupten müssen, dafs auch der Grünstein nicht immer aus Feldspath und Hornblende, sondern auch aus Amausit und Hornblende gemengt sei, oder dafs es zwei Arten Grünstein gebe. Es giebt zwar aller Grünstein bei dem Schmelzen ein in allem dem Obsidian ähnliches Glas; allein dies rührt von der Hornblende her, welche so leicht flüssig ist, dafs sie die feuerfestesten Gefäfse bohrt und auch ein Obsidian-Glas giebt.

Herr Jasche führt in seiner Abhandlung über das Wissenswürdige aus der Gebirgskunde S. 44 eine in dem Uebergangsgebirge am Buchenberge in der Grafschaft Wernigerode vorkommende Gebirgsart an, welche er Feldspathgestein nennt, und von der er vier Arten, den dichten, den gemeinkörnigen, den kristallinischkörnigen und den fahlgrauen anführt. Ersterer besteht nach ihm aus dichtem Feldspath und Quarzkörnern, zu welchen auch zuweilen Schwefelkies und Graphit kommen. Den gemeinkörnigen hält er für ein Gemenge, welches aus dichtem Feldspath, Apatit, Quarz, mit hin und wieder eintretendem Graphit, besteht. In dem körnigen kristallinischen befinden sich dieselben Gemengtheile, aber sehr wenig Graphit, und es zeigen sich in selbigem deutlich 4seitige Säulen, welche Herr Jasche für gemeinen Feldspath hält. Das graue Feldspathgestein soll aus dichtem und gemeinem Feldspath bestehen und Graphit und Apatit beigemengt haben, die Gemengtheile aber so in einander verflöfst seyn, dafs ein graues Ansehn daraus entsteht. In der letzten Art zeigt sich zuweilen Almandin. Diese Steinart kommt bald in dem Thonschiefer-Gebirge vor, bald ist sie über demselben gelagert und scheint in Grünstein überzugehen.

Bei einer sehr vollständigen Suite von den Harzer Gebirgsarten habe ich von Herrn Jasche selbst alle vier Arten seines Feldspathgesteins erhal-

ten, und dieselben in dem Porzellanfeuer untersucht. Das dichte und auch das graue Gestein geben eine schwarze, sehr poröse, groſsblasige Schlacke, wogegen man aus den beiden körnigen Arten zwar auch eine schwarze groſsblasige, aber mit weiſsen Streifen häufig gemengte Schlacke erhält, welche sich in dieser Form sehr der Schlacke des Granulit nähert. Ich möchte daher lieber behaupten, daſs das letzte, besonders das graue Gestein ein Granulit sei, welcher aus Amausit, Hornblende und Quarz bestehe, welchem zuweilen Kristalle von Apatit und von Granaten beigemengt sind. Wenigstens ist, nach den Schmelzprodukten zu urtheilen, hier an keinen dichten oder an gemeinen Feldspath zu denken, weil bei diesem, wie ich bald anführen werde, es eine wesentliche Eigenschaft ist, im Feuer sich in eine sehr dichte porzellanartige Masse zu verwandeln. Wäre die Grundmasse dieses Gesteins wirklich Amausit, und gehörten die in selbigem befindlichen 4seitigen Säulen dieser Steinart auch dazu, so würde man auch einen kristallinischen Amausit annehmen müssen. Doch alles dieses sind vor der Hand nur Vermuthungen, welche noch mehrere Bestätigungen erfordern.

II. Ueber den Felsit.

Der sonst unter dem unrichtigen Namen als dichter Feldspath bekannte Felsit gehört zu den ungemein merkwürdigen Steinarten, man mag auf seine Bestandtheile, auf sein Vorkommen, auf seine groſse Verbreitung, auf seine bemerkenswerthe Uebergänge sehen. Die Bestimmung des ersteren sind wir unserm trefflichen unermüdeten Analytiker, Herrn Ober-Medicinal-Rath und Ritter Klaproth, schuldig, welcher gefunden, daſs der Felsit bestehe aus Kieselerde 51, Thonerde $30\frac{1}{2}$, Kalk $11\frac{1}{4}$, Eisen $1\frac{3}{4}$, Natrum 4, Wasser $1\frac{1}{4}$, und der so ansehnliche Kalkgehalt unterscheidet ihn schon von allen übrigen Steinarten, welche noch Natrum oder Kali enthalten.

Wegen der groſsen Verschiedenheit, welche die zu dieser Steingattung gehörigen Arten in den äuſseren Kennzeichen zeigen, ist es nicht möglich, aus denselben einen Gattungs-Charakter zu bilden, indem alle Arten nur in einem Stücke übereinkommen, daſs sie angehaucht einen

Thongeruch wahrnehmen lassen. Der Gattungs-Charakter kann also bloſs durch chemische und physische Kennzeichen bestimmt werden. Diese sind:

a) Die eben angeführten Bestandtheile.

b) Das Verhalten vor dem Löthrohr; der Felsit in die Hitze desselben gebracht, giebt weiſsen Schein, wird weiſs, und rundet sich an den Kanten.

c) Das Verhalten im Schmelzfeuer. Er schmelzt vor sich in dem Glühfeuer der hiesigen Porzellan-Fabrike, und giebt meist eine milchweiſse, sehr derbe, feste, nur selten eine graue gar nicht löchrige Schlacke von ebenem Bruche.

d) Das eigenthümliche Gewicht, welches von 2,980 bis 3,020 geht, also die Schwere des Feldspaths und Amausit übertrifft.

Man findet diese Steingattung in dem Ur- und auch in dem Uebergangs-Gebirge, ja sollte es einen wahren Flötz-Porphyr geben, so würde auch dies Gebirge zu seiner Geburtsstätte gehören, indem ich in einer andern der Königlichen Akademie vorgelesenen Abhandlung über den Porphyr bewiesen habe, daſs aller Porphyr, welchen man sonst in Thon, Hornstein, Feldspath, auch Pechstein-Porphyr abgesondert, durchaus den Felsit zur Grundmasse hat. Er bildet an diesen Orten selten oryctognostische reine Lager, sondern ist mit andern Steinarten verwachsen, und macht in der Beimengung mit Hornblende, Feldspath, Quarz und Glimmer alle obengenannte Porphyr-Arten. Er macht indeſs besonders in dem Grünsteinschiefer öfters beträchtliche Parthien ohne fremde Beimengung, wie bei Siebenlehn und Garsdorff im Erzgebirge, desgleichen bei Penig, so wie auch Herr von Saussure der Vater dergleichen bei Pissevache im Walliser Lande beobachtet hat. Eben so führt Herr Ebell bei dem nördlichen Profil des Mont Cenis und dem ebenfalls nördlichen Profil des groſsen Bernhard Lager von dichtem Feldspath auf. Alle diese Lagerstätte des Felsit befinden sich in dem ältesten Urgebirge, welches also beweiset, daſs Kiesel, Kalk, Alaunerde, Eisen und Natrum bei dessen Entstehung zugleich vorhanden gewesen; eine Erscheinung, welche aus wässeriger Auflösung dieser Substanzen nicht leicht erklärbar ist. Ueberdem erscheint der Felsit bis jetzt nicht anders als derb. Denn es ist noch zweifelhaft, ob die in dem antiken grünen Porphyr, Verde antico, vorkommende rechtwinkliche 4eckige Säulen, welche grün gefärbt sind, Felsit oder Feldspathkristalle sind, indem der Feldspath auch in dieser Form erscheint, und die grüne Farbe von einer Beimengung von Hornblende

herrührt. Ueberdem hat Herr Klaproth gefunden, dafs die in dem Drachenfelser Porphyr vorkommenden Kristalle von glasigem Feldspath weder Kalkerde noch Natrum enthalten, ob sie gleich in einer Mutter von Felsit liegen.

Von dieser durch die Porphyr-Formation so häufig verbreiteten Steingattung können folgende Arten deutlich unterschieden werden.

I. Erdiger Felsit.

Farbe: Weifs, grau, gelblich, roth, auch aus diesen Farben gemischt.

Härte: Weich, läfst sich mit dem Messer schaben.

Bruch: Erdig und uneben.

Leicht zersprengbar, mit stumpfeckigen Bruchstücken.

Undurchsichtig auch an den Kanten.

Hängt an der Zunge und saugt Wasser ein.

Eigenthümliche Schwere 2,080.

Dieser Felsit macht die Grundmasse aller bis jetzt sogenannten Thon-Porphyre, indem diese, so wie der reine erdige Felsit, im Feuer die oben bereits beschriebene weifse Porzellanschlacke geben. Herr Werner und seine Nachfolger führen einen Stein auf, welchen sie Thonstein nennen. Er ist bisher noch nicht chemisch untersucht, allein ich getraue mir mit Gewifsheit zu behaupten, dafs dieser Stein ein wahrer erdiger Felsit ist. Denn wenn ein in seiner Mischung unbekannter Stein mit einem von dieser Seite bekannten in den äufsern Kennzeichen, besonders aber in dem Verhalten im Feuer, ganz übereinkommt, so mufs man ihm wohl dieselben Bestandtheile beilegen. Dies ist aber der Fall bei dem Thonstein und bei dem erdigen Felsit. Die äufsern Kennzeichen, ja das eigenthümliche Gewicht, sind bei beiden dieselben. Beide geben vor dem Löthrohr ein weifses phosphorisches Licht, runden sich an den Kanten, und brauchen zu dieser Veränderung gleiche Zeit, 7 — 10 Minuten. Beide schmelzen vor sich im heftigen Feuer, und zeigen dieselbe compakte milchweifse oder graue porzellanartige Masse. Dies letztere ist einer der stärksten Beweise für die Identität der Bestandtheile. Denn es ist ein grofser Unterschied zwischen dem Schmelzen eines Metalls, eines harzigen, talchigen, wachsartigen oder salzigen Körpers, und eines selbst schmelzenden Steins. Die erst genannten Körper

bleiben nach dem Schmelzen und darauf folgenden Gestehn das, was sie vor dem Schmelzen waren, und man sieht also daraus, daſs das Feuer die kleinen Theile bei dem Schmelzen bloſs verschiebbar und ununterscheidbar gemacht hat. Ganz anders ist es beschaffen, wenn ein Stein schmilzt und das Geschmolzene wieder gesteht. Hier findet man eine Masse, welche auch nicht die geringste äuſsere oder physische Aehnlichkeit mit dem rohen Stein hätte. Bald ist sie porösen, bald dichter, bald durchsichtiger oder durchscheinend, bald undurchsichtig; bald ein wahres Glas, bald eine glasige, bald eine mussige Schlacke; und so gehen die Verschiedenheiten noch weiter, von welchem allem der Grund doch in nichts anders als in den Bestandtheilen liegen kann, welche entweder bei dem Schmelzen selbst verändert worden, oder in eine andre Art der Verbindung getreten sind. Dieser Schluſs scheint mir eine vollkommene Evidenz zu erhalten, wenn man bedenkt, daſs die Schmelzprodukte, welche man aus der Mengung der verschiedenen einfachen Erden und ihrer Schmelzung erhält, eben so verschieden sind, als die Bestandtheile aus denen sie zusammengesetzt werden; ja daſs auch sogar dieselben Erdarten in verschiedene Verhältnisse verbunden, verschiedene Produkte geben. Da nun der erdige Felsit und der Wernersche Thonstein bei dem Schmelzen dieselben Produkte geben, auch in ihren äuſsern Kennzeichen ganz übereinkommen, so muſs ich sie auch für einerlei Art derselben Gattung halten, zumal sie auch in ihrem Vorkommen mit einander geognostisch verwandt sind.

Es wäre übrigens sehr zu wünschen, wenn Chimiker, welche mit allen Hülfsmitteln, welche zu Auflösungen und Zerlegungen von Steinen erforderlich, versehen sind, die Feuerprodukte natürlicher Steine und die Feuerprodukte künstlicher Mengungen einer genauen Prüfung unterwerfen wollten, um zu erfahren, ob und welche qualitative und quantitative Veränderung in den Bestandtheilen bei dem Schmelzen vorgegangen wären.

Wollte man auch annehmen, die Lage und Anordnung der kleinen Theile könne hiebei eine Abänderung verursachen, so widerspricht dieses der Erfahrung. Denn man mag dichte oder ausgebildete kristalline Stücke derselben Steinart einem gleichen Feuergrade aussetzen, so erhält man in beiden Fällen dasselbe Produkt.

Dieser erdige Felsit macht einen merkwürdigen Uebergang in Jaspis. Der scharfsinnige Cronstaedt beobachtete bereits zu seiner Zeit, daſs ein Uebergang aus Thon in Jaspis stattfinde. Allein in der Gegend von Pe-

nig und Sandstein ist dieser Uebergang äusserst auffallend. Denn man findet daselbst Felsit, welcher roth und weiſsgestreift oder auf dieselbe Art gefleckt ist, und wenn das grobe erdige Gewebe sich verliert, in ein ebenes, öfters muschliches Gewebe übergeht, und auf die Art den schönsten gestreiften oder gefleckten Jaspis bildet. Eben so machen mir von daher erhaltene Stücke wahrscheinlich, daſs dieser Felsit in Feuerstein übergeht. Denn die Verbindung einzelner Feuersteinstücke mit dem Felsit ist so innig, daſs kein Unterschied zu bemerken ist.

b. Splittriger Felsit.

Man bemerkt an ihm dieselben Farben wie bei dem erdigen.

Er ist hart, so daſs er am Stahle Funken giebt; der Bruch ist splittrig, bald feiner, bald gröber, so daſs er im erstern Falle öfters in den ebenen übergeht.

Er zerspringt in scharfe an den Kanten etwas durchscheinende Stücke.

Er zieht das Wasser nicht ein und klebt nicht an der Zunge.

Eigenthümliche Schwere 2,996.

Verhält sich vor dem Löthrohr und im Schmelzfeuer wie voriger.

Hieher gehört der Felsit von Siebenlähn, von Penig, von der Sala-Grube. Er macht die Grundmasse von dem Hornstein- und Feldspath-Porphyr.

Diese Art von Felsit geht häufig in Hornstein über, ist daher auch öfters mit dem Hornstein verwechselt worden, von welchem er sich aber durch sein Verhalten im Feuer hinlänglich unterscheidet, indem der Hornstein im hiesigen Porzellanfeuer durchaus ungeschmolzen bleibt, aber, welche Farbe er auch haben mag, dieselbe verliert und milchweiſs wird. Durch diesen Uebergang in Hornstein bildet sich wahrscheinlich der sogenannte Trümmer-Porphyr, bei welchem die Porphyrstücke mit Hornstein verbunden sind. In diesem aus splittrigem Felsit verwachsenen Hornstein befindet sich öfters ein gelber oder rother Kiesel-Synter, wobei es noch unentschieden ist, ob derselbe mit der Bildung des Hornsteins gleichzeitig sei, oder ob er einer Auflösung des Hornsteins seine Existenz zu danken habe. Bis-

weilen zieht sich bei dieser Art von Felsit der Bruch in das versteckt blättrige. Bisher ist mir diese Abänderung als rein oryctognostisch nicht vorgekommen, allein desto häufiger erscheint sie als sogenannter Feldspath-Porphyr, und ist mit rauchgrauen meist rein ausgebildeten Quarzkristallen der doppelt sechsseitigen Pyramide gemengt. Dieser Porphyr befindet sich öfters auf sehr hohen Punkten, so daſs er zuweilen den Granit bedeckt.

III. Blättriger Felsit,

oder Labrador-Stein mit doppeltem rechtwinkligem Durchgange der Blätter. Es würde überflüssig seyn, wenn ich von diesem durch sein buntes Farbenspiel bekannten Stein eine weitläuftige Charakteristik anführen wollte, und ich begnüge mich daher nur Folgendes darüber zu bemerken. Einmal beweiset die durch Herrn Klaproth gemachte Zerlegung dieses Steins, daſs er ein wahrer Felsit ist, indem er auſser Kiesel und Thonerde auch Kalk und Natrum in sich führt; auch vor dem Löthrohr und im Schmelzfeuer giebt er dieselben Produkte wie alle übrige Felsit-Arten. Auf der Pauls-Insel an der Küste von Labrador und in Ingermanland wird er in Geschieben gefunden. Dies letztere scheint die Meinung derjenigen zu widerlegen, welche glauben, daſs das Farbenspiel von einer Verwitterung, oder vielmehr von einer Oxidation des Eisens, oder von der Einwirkung des Meerwassers herkommt. Denn einmal hat nach der Klaprothschen Analyse der Labradorstein, welcher das schönste Farbenspiel macht, nur $1\frac{1}{4}$ pr. C. Eisen in sich. Ich besitze ferner ein über 12 Pfd. wiegendes Stück dieses Labradorsteins, welches inwendig bläuliche Stellen hat, und ein nur einige Loth wiegendes, welches keine Farben zeigt; und es ist daher viel wahrscheinlicher, daſs das Farbenspiel bloſs in der innern Struktur dieses merkwürdigen Steins gegründet ist. Die Grundfarbe des blättrigen Felsit von Labrador ist aschgrau, und ganz neulich hat Herr Bergrath Wahrendorff ein Geschiebe dieses Steins im Bober, mit aurorafarbenem Grunde, welches blaue und Bronze-Farben spielt, angetroffen.

Aus allem bisher angeführten geht deutlich hervor, daſs der Felsit seltener als reiner oryctognostischer Gegenstand vorkomme, daſs er aber als gemengte Gebirgsart und als Grundmasse des Porphyrs auſserordentlich häufig verbreitet sei; denn in meiner vor einigen Jahren vorgelesenen Abhand-

lung habe ich aus dem Verhalten der Porphyrarten im Feuer den mehr als wahrscheinlichen Schluſs gezogen, daſs die Grundmasse des Thons, Hornstein und Feldspath, Porphyr dichter Feldspath sei. Allein durch die chimische Auflösung des Felsit, nach welcher derselbe qualitative eben die Bestandtheile enthält, welche sich in dem Klinkstein als eine Porphyrart befinden, ist die Sache völlig erwiesen. Ein Umstand ist indeſs hiebei bemerkenswerth. Bei mehr denn einigen 50 Porphyrarten aus verschiedenen Ländern und Gegenden habe ich bei dem Schmelzen immer dasselbe Produkt, nämlich eine milchweiſse dichte porzellanartige Schlacke erhalten, wogegen die amerikanische, Vizentinische und andre Porphyre, welchen manche Geognosten einen vulkanischen Ursprung beilegen wollen, ein schwarzes Obsidian-Glas, oberwärts mit einer braunen Rinde bedeckt, geben. Es ist sehr merkwürdig, daſs die wichtigsten Niederlagen der Metalle in den Gebirgen erscheinen, die meist aus solchen Steinarten, welche viel Kali oder Natrum enthalten, und wohin besonders der Gneus, der Glimmerschiefer und der Porphyr gehören, da sie in denjenigen Gebirgen, in welchen die reine Kieselerde vorwaltet, viel seltener und noch seltener anhaltend sind. Es ist daher auch sehr zu bedauern, daſs der Thonschiefer und die Grauwacke, welche beide auch an mehreren Orten Lagerstätte von Metallen enthalten, noch nicht chimisch in Absicht ihrer Bestandtheile untersucht sind, um zu wissen, ob sie auch dergleichen Salze bei sich führen. Dies könnte vielleicht über die Bildung der Metalle vieles Licht verbreiten.

Da der Felsit als Grundmasse des Porphyrs so häufig mitten unter und bei kristallinen Gebirgsarten in Ur- und Uebergangsgebirgen vorkommt, so finden die Neptunisten eben sowohl wie die Vulkanisten unübersteigliche Schwierigkeiten, die Bildung derselben zu erklären, indem es allezeit unbegreiflich bleibt, wie eine kristalline Formation auf einmal in eine dichte übergehen könne. Stellt man sich aber die Sache nach meiner den 3. August 1812 der Königl. Akademie nur kurz vorgetragenen Theorie vor, nach welcher die Bildung der Gebirgslager durch Gerinnung und Festwerdung von Gasarten entstanden, so hat man hierin ein weit leichteres Spiel, indem man nur annehmen darf, daſs bei Entstehung der Kristall-Felsarten viel Sauer- und Wasserstoffgas vorhanden gewesen und in Wasser verwandelt worden, bei den dichten aber dies wo nicht ganz doch gröſstentheils gefehlt habe. Die Beobachtung, daſs in dem ungeheuern Alpengebirge, seinen Zug aus Dauphiné bis nach Ungarn, und also durch 10 Längengrade genommen, man

an

an dem nördlichen Gehänge keinen Porphyr, an dem südlichen aber denselben in desto größerer Menge finde, scheint zu beweisen, daſs die Mengung der Gasarten, welche Gebirgsschichten gebildet, nicht überall eben dieselbe gewesen sei. Aehnliche Fälle, wo kristalline Steinlager mit dichten und noch dazu mehrmals abwechseln, kommen häufig vor. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur die Profile, welche Herr Ebell im ersten Theil seiner treefflichen Schrift über den Bau der Erde S. 102—109 und S. 323 angeführt hat, nachsehen. Ja wem ist unbekannt, daſs in dem ganz dichten ungeheuern Alpenkalksteingebilde, mitten in demselben, z. B. auf dem 10,000 Fuſs hohen Oldenhorn, Schichten von eckigen Quarzkörnern, welche durch kein Bindemittel vermengt sind, als wahre irreguläre Kristalle darin vorkommen.

Es giebt noch drei Steinarten welche dem Felsit sehr nahe verwandt sind. Diese sind der homogene Trapp nebst der dazu gehörigen Grundmasse des Mandelsteins, welche von Herrn Werner Eisenthon genannt wird, und welche die einzigen Steinarten sind, welche den Namen Trapp verdienen, ferner der Saussurit und der Pechstein. Was den homogenen Trapp und den dazu gehörigen Wernerschen Eisenthon betrifft, so führt Herr Faujas de Saint Fond an, daſs nach den Untersuchungen der Herren Vauquelin, Chevreuil, Bergmann ein Schüler Vauquelins, Langlois und Dubois, diese Steinarten bestehen aus Kiesel 48—62, Thon 11—18, Kalk 4—8, Bittererde 1—3, Eisen 11—22, Natrum und Kali 5—7, Verlust 1—4. Auch in den äuſsern Kennzeichen und in der Eigenschwere kommen sie mit der erdigen und splittrigen Art des Felsit genau überein. Allein der geringe Gehalt der Kalkerde, das viele Eisen, die Beimischung von Bittererde und das Daseyn des Natrum und Kali scheint sie doch von dem Felsit hinlänglich zu unterscheiden.

Der Saussurit ist nach Herrn Klaproth zusammengesetzt aus Kiesel 49, Thon 24, Kalk $10\frac{1}{2}$, Talk $3\frac{3}{4}$, Eisen $6\frac{1}{2}$, Natrum $5\frac{1}{2}$.

Allein der Beitritt der Talkerde, der starke Gehalt an Eisen, seine groſse Zähigkeit und die groſse bei Steinen seltne Eigenschwere von 3,389 unterscheiden ihn noch und machen ihn zu einer besondern Gattung, zumal er im Feuer eine poröse Masse giebt. Der Pechstein von Meiſsen, Kobitz und andern Oertern besteht aus Kiesel 73, Thon 14, Kalk 1, Eisen 1, Natrum $1\frac{3}{4}$, Wasser $8\frac{1}{2}$, und giebt im Feuer eine weiſse äuſserst groſsblasige Masse, verhält sich also zum Felsit eben so wie der Amausit zum Feldspath.

Nach allem bisher über den Feldspath, Amausit, Felsit und verwandten Steinarten bemerkten scheint es rathsam zu seyn, sie in folgender Ordnung im System zu ordnen:

1) Feldspath, 2) Amausit, 3) Felsit, 4) Pechstein, 5) Saussurit, 6) Trapp; und es werden also Thonstein und Eisenstein, ersterer als eine Art des Felsit, letzterer als eine Art des Trapp, als Gattungen ganz wegfallen.

Es verdiente wohl näher untersucht zu werden, ob der Sienit wirklich aus Feldspath und Hornblende, oder aus dieser und aus Felsit gemengt sei. Das Verhalten im Schmelzfeuer giebt hierüber keinen sichern Aufschlufs. Ich habe Sienit aus mehreren Gegenden schmelzen lassen, und alle haben ein schwarzes dichtes Glas gegeben, welches mit dem Osidian völlig übereinkommt, und woran die viele Hornblende Schuld hat, welche vor sich geschmolzen, auch dergleichen Gläser giebt. Es steht aber der Sienit mit dem Porphyr in einer sehr genauen geognostischen Verbindung, und es ist also nicht so unwahrscheinlich, dafs ersterer aus blättrigem Felsit und Hornblende bestehe, wozu noch kommt, dafs in dem Norwegischen Sienit der blättrige Felsit häufig vorkommt. Man findet zwar öfters in dem Sienit ganz ausgebildete Feldspathkristalle, allein eben diese Kristalle erscheinen auch in dem Drachenfelser Porphyr, welcher dichten erdigen Felsit zu seiner Grundmasse hat.

Zum Schlufs füge ich noch eine Bemerkung über den Namen Felsit bei, welcher diesem Stein von Herrn Klaproth beigelegt worden. Derselbe hat das Unbequeme, dafs der damit bezeichnete Stein nicht der einzige ist, welcher Gebirgsschichten und Massen bildet. Unser würdiger Mitbruder wird mir also erlauben, dafs aus inniger Hochachtung für die wahrhaft grofsen Verdienste, welche er sich durch die Zerlegung so vieler Mineralien, besonders durch die höchst wichtige Entdeckung über das Daseyn des Kali und Natrum in Steinarten, erworben, ich diesem Steine den Namen Klaprothin beilege.

Chemische Untersuchung

des

Arsenikerzes von Reichenstein.

Von Herrn KLAPROTH *).

Bei Reichenstein, im Fürstenthum Münsterberg in Schlesien, wird von dem dasigen Glimmerschiefergebirge ein mächtiges Kalksteinlager umschlossen. In diesem Lager, dessen Kalkstein zum Theil in Dolomit übergeht, brechen mehrere Gesteinarten, als: Weisstein, Stralstein, Tremolith, Chlorit, Asbest, und vornehmlich auch Serpentine in gröſsern und kleinern Nestern, von denen vorzüglich der rothe und schwarze Serpentin reichliches Arsenikerz, sonst auch Mispickel genannt, theils eingesprengt, theils derb, in gröſsern und kleinern Massen, führen.

Die Farbe dieses Arsenikerzes ist zinnweiſs, ins Graue fallend; der Metallglanz desselben ist mäſsig; der Bruch uneben; die Bruchstücke sind unbestimmt eckig.

Zur chemischen Analyse wurde eine Partie derber Stücke ausgestufft, gepulvert, und das Pulver zur gleichförmigen Vertheilung der Bergart gemengt.

1) 500 Gran des gepulverten Erzes wurden in einer beschlagenen Glasretorte geglühet. Es stieg reines Arsenikmetall auf, an Gewicht nur 10 Gran betragend. Eine übergegangene, 2 bis 3 Tropfen betragende, wäs-

*) Vorgelesen den 16. März 1815.

serige Flüssigkeit wurde weder durch salpetersaures Silber, noch durch essigsauren Baryt getrübt. Das rückständige Erz, welches 488 Gran wog, mit gleichen Theilen Schwefel gemischt und sublimirt, gab rothes Rauschgelb. Der Rückstand davon wog 260 Gran, abgeröstet noch 252 Gran.

2) 500 Gran des gepulverten Erzes wurden mit 60 Gran Kohlenstaub versetzt und wie voriges sublimirt. Das aufgestiegene metallische Arsenik betrug jetzt 36 Gran.

3) 200 Gran feingeriebenes Erz wurden mit einer Mischung von 3 Unzen Salpetersäure von = 1,225 specif. Gew. und 6 Unzen Wasser übergossen, und in mäſsige Wärme gestellt. Die Auflösung erfolgte unter Erzeugung nitröser Dämpfe, mit Hinterlassung von 12 Gran quarziger Bergart. Bei Erhitzung derselben auf einem Scherben zeigte sich ein schwaches kurzdauerndes Schwefelflämmchen; nach dessen Erlöschen fand sich das Gewicht des Rückstandes zu unbeträchtlich vermindert, als daſs dieser geringe Schwefelgehalt als wesentlicher Bestandtheil des Erzes aufgeführt werden könnte.

Die klare Auflösung, welche blaſsgoldgelb war, in gelinder Wärme verdunstet, setzte nach und nach 126 Gran weiſses Arsenikoxyd in kristallinischen Körnern ab.

4) Eine gleiche Menge des feingeriebenen Erzes wurde mit verdünnter Schwefelsäure bis zum Sieden erhitzt, ohne daſs ein Angriff statt fand. Sobald aber Salpetersäure hinzugetropft wurde, erfolgte die Auflösung des Erzes, unter plötzlicher Zersetzung der Salpetersäure und starkem Ausströmen rother Dämpfe; wobei einige Flocken Schwefel sich einfanden, die nebst dem quarzigen Rückstande getrocknet, und auf einem Scherben erhitzt, einen kaum ½ Gran betragenden Gewichtsverlust verursachten. Die strohgelbe schwefelsaure Auflösung setzte, während sie durch Abdunsten in die Enge gebracht wurde, Arsenikoxyd in kleinen kristallinischen Körnern ab.

5) 300 Gran des Erzpulvers wurden für sich auf einem Röstscherben gebracht, und die Röstung vorsichtig veranstaltet. Der rothbraune Rückstand, welcher 166 Gran wog, wurde mit 60 Gran Kohlenstaub versetzt,

und wiederum der Röstung unterworfen. Er wog jetzt 160 Gran, welches Gewicht durch eine nochmalige Röstung mit Kohlenstaub nicht weiter vermindert wurde. Diese 160 Gran Rückstand wurden mit Salzsäure übergossen und digerirt. Die Auflösung erfolgte, mit Hinterlassung der quarzigen Bergart. Sie wurde durch Aetznatrum gefällt; der, in braunrothem Eisenoxyd bestehende Niederschlag wurde ausgewaschen, getrocknet, mit wenigen Tropfen Oel abgerieben, und in einer kleinen Glasretorte geglühet. Das erhaltene schwarze oxydulirte Eisen (Eisenmohr) wog 138 Gran; welche 107 Gran metallisches Eisen anzeigen.

Aus diesem aufgefundenen Eisengehalte ergiebt sich nun das quantitative Verhältniſs des Arseniks in den zu dieser Untersuchung angewendeten 300 Gran des Erzes, mit Ausschluſs der Bergart und Uebergehung der geringen Spur des Schwefels, nämlich:

Eisen	— —	107
Arsenik	— —	175.

Die Mischung des reinen Arsenikerzes von Reichenstein besteht demnach im Hundert aus:

Eisen	— — —	38
Arsenik	— — —	62
Schwefel, eine Spur.		
		100

6) Diese Reichensteinschen Erze sind früher auf Gold als auf Arsenik benutzt worden; worüber die nachfolgende Beschreibung des ehemaligen Schmelzprocesses zur Darstellung des in selbigem enthaltenen Goldes das Nähere darlegt. Es schien daher des Versuches werth, zu erfahren, ob auch in den jetzt brechenden Arsenikerzen sich Anzeigen von einem Goldgehalte ergeben würden. Zu dem Ende wurden 10 Unzen feingeriebenes Erz der Röstung unterworfen. Die Verrauchung des Arseniks war mit einzelnen Flämmchen begleitet, verbreitete aber fast gar keinen bemerkbaren Geruch. Zur vollständigen Entfernung des Arseniks wurde das Erzpulver zuletzt mit Kohlenstaub versetzt. Es blieben gegen 5 Unzen rothbraunes

Eisenoxyd übrig. Diese wurden nach und nach durch Salzsäure aufgelöst. Der unaufgelöset verbliebene, meistens in gelblichgrauen Quarzkörnern bestehende Rückstand wurde durch starke Digestion mit salpetergesäuerter Salzsäure ausgezogen, und die filtrirte blafsgelbe Auflösung mehreren Prüfungen auf einen Goldgehalt unterworfen, wovon sich jedoch keine ganz deutliche Spur ergeben wollte. Indessen ist dieser Gegenstand eines, jedoch mit gröfsern Mengen, auf trocknem Wege und unter Anwendung eines zweckmäfsig eingeleiteten Anreicherungsprocesses, wiederholten Versuchs, wenn auch nicht in Hoffnung auf eine lohnende Ausbeute, doch in wissenschaftlicher Hinsicht, wohl werth.

Aus jenen Versuchen gehen nun insbesondere folgende beide Resultate hervor:

a) Der durch Wärme in Rauchgestalt sich verflüchtigende Arsenik verbreitet an und für sich nicht den bekannten Knoblauch ähnlichen Geruch; sondern solcher hat nur statt, wenn der verrauchende Arsenik mit Kohlenstoff und Hydrogen in Berührung kommt; welcher, bei Untersuchungen auf Arsenik sehr zu berücksichtigende Umstand zu wenig gekannt und zur Ungebühr übersehen zu seyn scheint *).

b) Diejenigen Mineralogen sind im Irrthum, welche das Vorkommen einer natürlichen Legirung des Arsenikmetalls mit Eisen, ohne eine Dazwischenkunft des Schwefels, bestreiten wollen. Es ist vielmehr das Eisen-Arsenik (*Arsenicum ferratum s. martiatum*) als eine eigene, vom Arsenikkiese (*Arsenicum ferreo s. martiato sulphuratum*) verschiedene Gattung in der Arsenik-Ordnung aufzuführen.

*) Siehe Fischer über Arsenik, im Journal für Chemie und Physik VI. B. S. 97.

Urkundliche Beschreibung

des

ehemaligen Schmelzprocesses zur Darstellung des in den Reichensteiner Arsenikerzen enthaltenen Goldes.

Die Erze wurden rein geschieden, und anfänglich bloſs Stufferze, nachher aber auch Pocherze und Schliche bearbeitet. Die Stufferze wurden von verschiedenen Zechen gattirt und (wahrscheinlich ohne vorhergegangene Röstung, denn man findet es in den Schmelzzetteln besonders bemerkt, wenn geröstetes Erz etwa im Verhältniſs von $\frac{1}{3}$ auf die Schicht kam) in Arbeit genommen.

Die Oefen wurden Hohe-Oefen genannt.

Die Schliche wurden entweder mit den Stufferzen oder besonders verschmelzt, und mit bloſsem Kalkschutt (2 Centner auf die Schicht à 12 Centner) oder mit Bleischlacken (4 Karren pro Schicht) beschickt. Man erhielt im Durchschnitt 12 Procent Rohstein.

Im Monat April 1587 wurden, wahrscheinlich in Einer Hütte, aber über mehreren Oefen (denn es wurden täglich bis zu 16 Schichten von eben so viel Schmelzen durchgesetzt), 3923 Centner Erze verschmelzt, und 507 Centner 28 Pfund Rohstein erhalten, folglich beinahe 13 Procent.

Eine besondere Gattung von Erzen vom Eichhorn gab gegen 40 Procent Stein.

183 Centner 27 Pfund Schliche, die in demselben Jahre für sich mit Bleischlacken verschmelzt wurden, gaben gegen 40 Centner Rohstein, oder 21,7 Procent.

Im Jahre 1600 wurden vom 4ten März bis 23ten Juni über 2 Hohe-Oefen 3518 Centner Erze verschmelzt. Die Oefen gingen 6 bis 7 Tage auf einem Zumachen, wenn nicht Wassermangel sie hinderte, und es wurden pro Schicht 40—44 Centner Erz gesetzt. Das Erz wurde g e h a l b i r t e s genannt; vielleicht halb Stufferz, halb Schlich; denn da, wo Stufferz

besonders gemeint ist, wird ein flüssigerer Gang der Arbeit bemerkt. An Rohstein wurden vom obigen Erzquantum ausgebracht 392 Centner, d. i. etwas über 11 Procent.

Der erhaltene Rohstein wurde geröstet, und dann in die Bleiarbeit genommen.

Im Jahre 1587 wurden in 24 Bleiarbeiten, vom 27sten Juli bis 19ten August, 568 Centner gerösteter Rohstein mit

	25 Centner	44 Pfund	Hartblei *),
	14 —	62 —	Frischblei,
Summa	40 —	6 —	verbleiet, und ausgebracht:

30 Centner	89 Pfund	Werke,
97 —	77 —	Bleistein.

Hiernach ist der Bleiverlust nicht sehr beträchtlich gewesen: man darf die im Bleistein enthaltenen 7 Centner 17 Pfund, oder pro Centner 7,3 Pfund, aber auch nicht für verloren rechnen, weil dieses bei den folgenden Bleiarbeiten wieder zugeschlagen wurde. Von einer Aufarbeit aus dieser Periode findet sich keine Nachricht. Aus dem Jahre 1600 findet sich eine Folge. Es wurde in diesem Jahre, vom 22sten März bis zum 8ten Juni, in 28 Bleiarbeiten verbleiet:

310 Centner		Rohstein und
74 —		Rohgekrätz
384 —		mit

64 Centner	— —	Bleistein
28 —	— —	Hartblei
20 —	40 Pfund	Frischblei
9 —	84 —	Silberberger Blei
122 Centner	24 Pfund	Bleizuschlägen,

und ausgebracht:

42 Cent-

*) Aus Glötte und Herd reducirtes Blei, von Hart oder Herd. Andere verstehen darunter Werkblei, im Gegensatze von — weich Polnisch Blei d. h. Tarnowitzer Frischblei — welcher Ausdruck sich ebenfalls in den alten Nachrichten findet. Doch ist erstere Erklärung ohne Zweifel die richtigere.

42 Centner 10 Pfund Werke
7 — 59 — Gebraun (wahrscheinlich unreine Werke)
Summa 49 Centner 78 Pfund Werke.

Der Steinfall ist nicht angegeben. Es muſs aber viel oder sehr reicher Stein gefallen seyn; denn wenn man den zugeschlagenen Bleistein nur zu 7 Centner Bleigehalt rechnet, so waren doch 62 Centner 52 Pfund Blei in der Beschickung, und da nur 49 Centner 78 Pfund Werke fielen, so muſsten 12 Centner 74 Pfund im Steine geblieben seyn.

Diese 49 Centner 78 Pfund Werke wurden auf zweimaliges Zustellen abgetrieben, und die Blicke auf dem Test feingebrannt. Sie gaben fünf Mark fein Gold, als den Goldgehalt von 384 Centner Rohstein; also 100 Centner Rohstein 20,65 Loth Gold. Da zu 100 Centner Rohstein 900 Centner Erze erforderlich gewesen waren, so bestand das Ausbringen von Gold pro Centner Erz in 0,023 Loth, oder pro 100 Centner 2,3 Loth.

Noch sind Nachrichten von einem im Jahre 1669 angestellten Probeschmelzen vorhanden. Man wollte versuchen, die Erze zugleich mit Blei zu arbeiten. 100 Centner Erz wurden beschickt mit

$50\frac{1}{2}$ Centner Tarnowitzer Frischblei
10 — Silberberger Blei
$14\frac{1}{2}$ — Herd und Glötte
50 — Goldberger Kupferschiefer
26 — Eisenerz,

und auſserdem mit Quarz und Schlacken, und auf zwei Zumachen durchgesetzt. Man erhielt sogleich 44 Centner Werke und 30 Centner Stein, welcher mit 14 Centner Blei aufs neue durchgesetzt, noch 21 Centner Werke gab. Man erhielt also von 99 Centner Bleizuschlägen 65 Centner Werke. Diese wurden auf mehreren Zustellen abgetrieben, und Blicke erhalten von zusammen 5 Mark $6\frac{1}{2}$ Loth. Nach dem Feinbrennen und Scheiden erhielt man 26 Dukaten Gold und 4 Mark 7 Loth fein Silber. Man hatte also circa 59 Centner Blei verbrannt, und wenn der Ausdruck: 26 Dukaten Gold soviel bedeutet, als: das Gewicht von 26 Dukaten, 6,2 Loth aus 100 Centner Erz; folglich 1 Loth Gold aus 16 Centner Erz (aus 1 Ctr. 0,062 Loth, oder ungefähr aus 16 Centner Erz 1 Loth Gold) ausgebracht.

Die Kosten betrugen 507 Thaler, der Werth sämmtlicher Produkte aber nur circa 300 Thaler.

Dies scheint der letzte Versuch gewesen zu seyn, die Reichensteiner Erze auf dem alten Wege zu benutzen, welcher den Zeitumständen nicht mehr angemessen war.

Der Berghauptmann von Scharfenberg kehrte den Proceſs um, und benutzte denjenigen Bestandtheil der Erze, welcher vorher in die Luft gejagt worden war. Was von ihm und seinen Söhnen geschehen ist, erzählen letztere in dem Berichte vom 9ten Mai 1718 selbst. — Die Erze wurden gepocht, in Röstöfen mit Reverberirfeuer abgeröstet, das Arsenikmehl raffinirt, und die abgebrannten Schliche mit Silberberger Erzen verbleiet; auch Gold gemacht, welches in die Münze abgeliefert wurde.

Ueber diesen Schmelzprozeſs sind keine Nachrichten vorhanden, indem diese Gebrüder Scharfenberg ihre Wissenschaft als ein Geheimniſs behandelten.

Gegenwärtiger Standpunkt der Theorie über den Ertrag und die Erschöpfung der Ernten im Verhältniſs zu der Thätigkeit und dem Reichthum des Bodens *).

Von Herrn Thaer **).

Folgende Erscheinungen beim Landbau sind als unbezweifelte und, bis auf wenige besondre Ausnahmen, allgemein zutreffende Erfahrungen von allen aufmerksamen Ackerbauern einstimmig anerkannt worden.

1.

Der Ertrag oder die Fruchtbarkeit des Bodens vermindert sich mit jeder Kornernte, die davon gewonnen wird, und wird endlich so erschöpft, daſs der Acker mit Vortheil nicht mehr bestellt werden kann, bevor man ihm einen Ersatz seiner Fruchtbarkeit gegeben hat.

2.

Diese Abnahme der Fruchtbarkeit und endliche Erschöpfung erfolgt auf verschiedenen Bodenarten in mehr oder minder merklichen Abstufungen und in kürzerer oder längerer Zeit.

*) Es war eine Vorlesung über diesen Gegenstand im Jahre 1812 von der Akademie zum Abdruck bestimmt. Da aber der Verfasser ihm seitdem eine etwas veränderte Ansicht abgewonnen hatte, so wünschte er, um Miſsverständnisse und Widersprüche mit seinen späteren Schriften zu vermeiden, diese Vorlesung umzuarbeiten; was die Akademie ihm zu gestatten kein Bedenken trug.

**) Vorgelesen den 3. Februar 1814.

In der Regel erfolgt sie auf sandigem und sehr kalkhaltigem Boden merklicher und schneller, auf thonigtem und moderigem Boden langsamer.

3.

Sie erfolgt stärker und schneller nach einer Frucht als nach der andern. Unter den eigentlichen Cerealien zieht der Weizen mehr Fruchtbarkeit aus als der Roggen, dieser mehr als die Sommergerste, und diese mehr als der Hafer; weshalb auch die Früchte in dieser Ordnung auf dem Acker gebaut zu werden pflegen.

4.

Die Abnahme und Erschöpfung der Fruchtbarkeit erfolgt beim Anbau der Cerealien nach stärkeren, durch günstige Witterung bewirkten Ernten merklicher als nach schwächern, durch ungünstige Witterung zurückgehaltnen; jedoch mit der Ausnahme, wenn durch vieles statt der Frucht aufkommendes und in Saamen gehendes Unkraut der Acker auch erschöpft und noch stärker verunreinigt wird. — Dieser Erfahrungssatz ist vielleicht nicht von jedem Ackerbauer so anerkannt, weil er, aufser der gedachten, durch manche Nebeneinwirkungen verdunkelt wird. Er scheint sich mir aber aus der Masse von Beobachtungen einer langen Reihe von Ernten klar zu ergeben, und er läfst sich gewissermafsen schon aus der Gleichheit des Ernteertrages und der Produktion ganzer Länder in einem gewissen Zeitraum (wenn sich anders die Kulturart gleich geblieben ist) abnehmen; eine Gleichheit, die besonders Unger in seinem Werke, „die Ordnung der Fruchtpreise 1750," nach hundertjährigen Erfahrungen vortrefflich dargestellt hat.

5.

Die ausgesogene Fruchtbarkeit wird dem Acker auf mehrere Weise ersetzt. *A*) Durch Dünger, und zwar

a) vegetabilisch-animalischen: aber auch nicht auf allen Bodenarten in gleichem Verhältnisse. Der sandige und kalkige Boden kann, wenn er so erschöpft ist, dafs er mit Vortheil nicht mehr bestellt werden kann, durch eine geringere Quantität von diesem Dünger in seine vorige Fruchtbarkeit wieder versetzt werden; der thonigte und modrige erfordert einen weit stärkern, und wenn er einmal — was freilich nicht leicht geschieht — ganz erschöpft ist, eine sehr starke und wiederholte Düngung;

b) mit mineralischem und kalischem Dünger, ätzendem Kalk, Kreide, Asche, Mergel, Salzen. Dieser stellt die mehrentheils erschöpfte Fruchtbarkeit oft auf eine höchst thätige Weise wieder her; mehr in der Regel auf thonigem und modrigem Boden, als auf sandigem; jedoch nur unter der Bedingung, daſs er nicht mehreremale wiederholt werde, bevor eine animalisch-vegetabilische Düngung gegeben worden, indem er sonst seine Wirksamkeit verliert, und den Boden in einem höchst erschöpften, kaum durch mehrmalige Mistdüngungen wieder empor zu bringenden Zustande hinterläſst.

6.

B) Durch sogenannte Ruhe, eigentliche Berasung des Bodens, welche gewöhnlich durch weidendes Vieh benutzt wird. Man nennt es das Eindreischen oder Dreisch. Der Ersatz der Fruchtbarkeit durch diese steht im Verhältniſs mit der Stärke und Dichtigkeit der Grasnarbe, die sich darauf erzeugt, und der Nahrung, welche diese dem Weidevieh giebt. Und da diese auf ganz erschöpftem Boden schwach zu seyn pflegt, so ist auf solchem auch die Wirkung schwächer. Natürlich richtet sie sich auch nach der Länge der Zeit, worin der Boden so liegt.

7.

C) Durch den Anbau solcher Gewächse, welche nicht viele Nahrung aus dem Boden zu ziehen scheinen, ihm aber durch den Abfall ihrer Blätter, durch ihre Stoppeln und Wurzeln mehr hinterlassen, als sie auszogen, oder die vielleicht in ihrem saftreichsten Zustande untergepflügt wurden.

8.

D) Durch eine wiederholte und wirksame Bearbeitung des Bodens mit Pflug und Egge, besonders in den Sommermonaten: die eigentliche Brache. Sie thut die gröſste Wirkung auf thonigem Boden, verliert selbige jedoch auch auf diesem, wenn sie mehreremale, ohne ein andres Ersatzmittel der Fruchtbarkeit zu geben, wiederholt wird. Auf sandigem Boden thut sie geringere Wirkung, ja es ist ihm — wovon sich jetzt aufmerksame Beobachter überzeugt haben — schädlich, wenn seine Bearbeitung öfter, als es zur Vertilgung des aufkeimenden Unkrauts nöthig ist, wiederholt wird.

9.

So wie diese Erfahrungssätze von allen aufmerksamen Beobachtern einstimmig anerkannt waren, so beachtete sie auch jeder verständige Landwirth, richtete sich in der Wahl und Folge der Früchte nach der Fruchtbarkeit, die er noch im Boden nach der ihm gegebenen Düngung und den schon herausgezogenen Ernten vermuthete, berechnete sich danach den Ertrag, den er in einem Mitteljahre von jeder Frucht erwarten konnte; zugleich aber auch den Düngerbedarf, der zur Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens, im Verhältniſs der mehr oder minder erschöpfenden Ernten, erforderlich ist.

10.

Da hierüber aber manche Miſsverständnisse und Irrungen, mithin für die Praxis sehr bedeutende Fehler entstanden, insbesondere wenn von der landüblichen Wirthschaftsart, bei welcher eine einfache Analogie die Verhältnisse angeben konnte, abgewichen werden sollte — da das Verhältniſs der Verbesserungsmittel und ihrer Herbeischaffung zu den beabsichtigten Ernten die Grundregel angab, nach welcher bei dem gröſseren und höheren Betriebe des Ackerbaues das Feldsystem oder die Folge der Früchte, das Verhältniſs des Viehstandes oder des Futterbaues zum Fruchtbau, mit Hinsicht auf die Beschaffenheit des Bodens und der Art der Grundstücke, eingerichtet werden müsse, damit der Acker nicht stärker, als es ihm ersetzt werden kann, ausgesogen würde, und in eine kaum wieder zu hebende Erschöpfung verfiele — so fühlte man längst das Bedürfniſs, hierüber allgemein gültige Grundsätze, aus der Masse der Erfahrungen abgezogen, zu erhalten, die man als Richtschnur des Verfahrens annehmen und mit Sicherheit befolgen könne.

11.

Ich habe deshalb im ersten und zweiten Bande meiner Grundsätze der rationellen Landwirthschaft, und früher schon in meinen Vorlesungen, den Versuch gemacht, die Ertragsfähigkeit des Bodens und die davon zu erwartenden Ernten, die Ausziehung, welche diese bewirkten, dann das Verhältniſs, in welchem ein gewisses Quantum von Dünger, oder die Ruhe, der Anbau von verbessernden Saaten, und endlich die vollständige Brachbearbeitung die Fruchtbarkeit — oder, wie ich es nannte, die Kraft des Bodens — wieder herstellten, in Proportionalzahlen zu bestimmen, und so ei-

nen idealischen Maafsstab zu bilden, der freilich erst durch das Anhalten an fernere Erfahrungen gröfsere Genauigkeit erlangen, und vorzüglich zur Fixirung der Begriffe und der Aufmerksamkeit auf diesen wichtigen Gegenstand dienen sollte.

Ich habe diese ungemein Aufmerksamkeit erregende Idee weiter verfolgt und entwickelt, besonders in der Geschichte meiner Wirthschaft zu Mögelin, indem ich die aus derselben sich ergebenden Resultate an jenen Maafsstab hielt.

12.

In der bestimmteren Angabe der Grade, worin die Fruchtbarkeit steigt und fällt, hatte ich mich aber nur auf eine Bodenart beschränkt, nämlich auf diejenige, die zwischen 30 bis 40 Procent abschwemmbare Theile hat und übrigens aus Sand besteht, und die man sandigen Lehmboden oder leichteren Gerstboden zu nennen pflegt, weil wir von diesem die meisten und zuverlässigsten Erfahrungen hatten. Ich habe nur angedeutet, welche Abänderungen auf andre Bodenarten wahrscheinlich eintreten würden.

13.

Einer meiner vormaligen Schüler, der Hr. Carl v. Wulfen, ein eben so gründlicher Mathematiker als eifriger Landwirth, hat diese Idee mit regem Geiste ergriffen, und einen „Versuch einer Theorie über das Verhältnifs der Ernten zu dem Vermögen und der Kraft des Bodens, über seine Bereicherung und Erschöpfung, Berlin 1815," herausgegeben, die er während des letzten Feldzuges in müfsigen Augenblicken ausarbeitete. Er findet meine Berechnungsweise in ihrer Form nicht flexibel genug, um ihr eine ausgedehnte Anwendung zu geben. Die seinige gestattet diese allerdings weit mehr; ich gebe ihrer Form meinen völligen Beifall, und werde sie, jedoch mit einigen Abänderungen in ihrer Anwendung, annehmen.

14.

Er stellt seine theoretische Ansicht der Fruchtbarkeit des Bodens, ihrer Vermindrung und Vermehrung in §. 1—5. dar; mehrentheils übereinstimmend mit der meinigen. Ich werde aber meine Ansicht hier, in so fern sie auf den Gegenstand Bezug hat, in kurzen Sätzen vorlegen; in so fern dies zum Verständnifs der Formel in ihrer Anwendung nothwendig ist.

15.

Der wesentlichste Nahrungsstoff, welchen die Pflanzen aus dem Boden ziehen, giebt ihnen der darin enthaltene vegetabilisch-animalische Moder (*humus*). Selbst die Erden, welche die Pflanzen als integrirende Theile in geringem Verhältnisse zu ihrer Masse enthalten, giebt ihnen der Humus in fein aufgelöseter Gestalt, in so fern sie nicht — wie es Saussure's und unsers Schrader's Versuche wahrscheinlich machen — durch den lebenden Organismus der Pflanzen aus entfernteren elementarischen Stoffen gebildet werden.

16.

Der Humus erleidet im Boden eine successive und mannigfaltige Veränderung, geht aus einer feinfasrigen Gestalt, wo wir ihn doch schon Humus nennen, in die eines feinen Pulvers über, löset sich in Extractiv-Stoff und Kohlensäure auf; oder er verkohlt sich, oder geht in einen sauren Zustand über; in welchen letztern Fällen er schwer zersetzbar oder doch zur Nahrung der meisten Pflanzen untauglich zu werden scheint.

Wahrscheinlich ist es, daſs er nur in der Gestalt des Extractivstoffs und der Kohlensäure in die Pflanzen übergehen und zu ihrer Nahrung dienen mag.

17.

In beide Materien zersetzt sich der Humus nur durch den Zutritt der atmosphärischen Luft oder des Sauerstoffs, wie besonders Saussure dargethan hat.

18.

Je stärker die Berührung jener, besonders bei höherer Temperatur und dem Zutritte des Lichts ist, desto schneller und stärker ist die Erzeugung jener Materie.

Diese Berührung und Einwirkung ist aber stärker im lockern sandigen Boden, als im gebundenen thonigten; stärker im trocknen als im nassen; stärker in dem den Sonnenstrahlen stark ausgesetzten, als im beschatteten. Deshalb erfolgt der Uebergang des Humus in eigentlichen Nahrungsstoff, welcher die zeitige Fruchtbarkeit des Bodens ausmacht, schneller in jenen als in diesen Bodenarten.

19. Den



19.

Den Einfluss, welchen der Boden auf diese Zersetzbarkeit des Humus im Nahrungsstoff hat, nenne ich seine **Thätigkeit** (v. **Wulfen** nennt es seine Kraft, aber das kann leicht Missverständniss veranlassen), die nach Graden angedeutet wird. Das Maass desjenigen Humus, welcher zu diesem Uebergange bereit ist, oder den zersetzbaren, nennen wir den **Reichthum** des Bodens.

20.

Den wirklich erzeugten Nahrungsstoff, das Produkt der Thätigkeit mit dem Reichthum, macht die zeitige **Fruchtbarkeit** oder Ertragsfähigkeit des Bodens aus.

21.

Denjenigen Humus, der noch nicht in den Zustand der Zersetzbarkeit übergegangen ist, nenne ich den **Vorrathsfonds** des Bodens.

22.

Der Reichthum des Bodens steht in der Regel im **umgekehrten Verhältnisse** mit der Thätigkeit des Bodens. Denn diese gestattet, wenn sie groſs ist, keine Ansammlung desselben. Daher finden wir selten sandigen oder kreidigen Ackerboden, der ohne neuerlich gegebene Düngung über 1 pr. C. Humus hätte, und eben so selten thonigten, der so erschöpft ist, daſs er nicht 2 pr. C. enthielte.

23.

Die Thätigkeit des Bodens wird erhöht durch eine wirksame und wiederholte Bearbeitung desselben, besonders bei hoher Temperatur, indem durch die Lockerung, Pulverung und Umwendung der Ackerkrume die vom Thon umhüllten auflöslichen Partikeln mit der atmosphärischen Luft und dem Lichte in Berührung gebracht, und zu effektivem Nahrungsstoff bereitet werden. Minder wirksam ist diese fleissige und tiefere Bearbeitung auf lockern und losen Boden, den die Luft ohnehin durchdringt, und hier fast

nur zur Zerstörung der Unkrautskeime, Unterbringung und Mengung des Düngers nöthig. Ja sie kann für die Fruchtbarkeit nachtheilig werden; indem sich aus dem Humus zu viele Kohlensäure erzeugt und verflüchtigt. Der empirische Landbauer sagt, dieser Boden werde dadurch erkältet und todtgepflügt.

24.

Der Reichthum des Bodens wird nur vermehrt durch das was ihm neuen auflöslichen oder bald in diesen Zustand übergehenden Moder zuführt; also durch die Aufbringung thierischer und vegetabilischer Abgänge und Rückstände, oder durch die Unterbringung der auf ihn selbst erzeugten.

25.

Die kalkigen, alkalischen und salzigen Düngungsmittel scheinen größtentheils dadurch zu wirken, daſs sie den noch unzersetzlichen Humus (meinen Vorrathsfonds) schneller in zersetzlichen umwandeln und zum wahren mobilen Reichthum machen. (Doch will ich dem Kalke und den Alkalien nicht alle andre Wirkung vermöge ihrer Verwandtschaft mit der Kohlensäure absprechen.)

26.

Der thierisch-vegetabilische Dünger, der im Gährungszustande sich befindende gewöhnliche Stallmist, hat aber auch einen Einfluſs auf die Vermehrung der Thätigkeit des trägeren Bodens; indem er ihn sowohl durch seine fasrige Substanz als durch die bei seiner fortgesetzten Gährung und Zersetzung entwickelten Gase lockert, und in dem schwarzen humösen Boden eine neue Wechselwirkung mit unthätig gewordenen Partikeln erregt, durch sein Ammonium die entstandene Säure neutralisirt. Auf Boden von höherer Thätigkeit kann man ihm diese Wirkung aber nicht anrechnen.

27.

Alle Gewächse ziehen wohl einen Theil ihrer Nahrung mittelst der Wurzeln aus dem Boden, einen andern Theil durch ihr Blattorgan aus der Atmosphäre. Das Verhältniſs des einen zum andern ist bei verschiedenen

Pflanzengattungen sehr verschieden, und läſst sich aus der Stärke und sichtbaren Thätigkeit ihres Blattes abnehmen. Die Cerealien haben letzteres insbesondere im Verhältniſs ihrer starken Körnererzeugung nicht, und ihr Blatt schrumpft zusammen, gerade wenn diese vor sich gehet. Sie nehmen daher wohl den gröſsten Theil ihrer Nahrung aus dem Boden. Es ist mithin nicht nur a priori wahrscheinlich, sondern auch durch die allgemeine Erfahrung beim Landbau historisch erwiesen, daſs sie den Nahrungsstoff des Bodens im Verhältniſs ihres Ertrages an nahrhaften Theilen erschöpfen. Die Summen der Beobachtungen und Versuche, welche wir von der Erschöpfung des Ackers durch die davon gezogenen Ernten haben, und welche wir nach dem ermessen, was die folgenden Ernten weniger geben als die vorhergehenden gaben, zeigen eine unverkennbare Uebereinstimmung in der Aussaugung jeder Getreideart mit den nahrhaften Theilen, die eine Ernte von selbigen enthält.

28.

Nach dem Durchschnitt der Analysen dieser Getreidearten, besonders der Einhofschen (bekanntlich tritt hier einige Verschiedenheit nach der gröſsern oder geringern Ausbildung des Korns ein), sind an nahrhaften Theilen — Stärkemehl, Kleber oder Eiweisstoff und süſslichschleimige Materie — dem Gewicht nach enthalten:

im Weizen von 100		77,5
Roggen	- -	70
kleine Gerste	-	60
groſse Gerste	-	62
Hafer	- -	58

Dies beträgt also in 1 Berliner Scheffel:

Weizen	von 94	Pfund	= 72,75
Roggen	- 80	-	= 56
kleine Gerste	- 64	-	= 38,4
groſse Gerste	- 68	-	= 42
Hafer	- 48	-	= 27,8

29.

In diesem Verhältniſs scheint auch eine Ernte der genannten Getreidearten den Reichthum des Bodens nach der gewonnenen Scheffelzahl auszuziehen.

Und in demselben Verhältnisse giebt ein Acker, der sich in gleichem Fruchtbarkeitsgrade befindet, in einem Mitteljahre seinen Ertrag in den verschiedenen Früchten, vorausgesetzt, daſs der Boden allen gleich angemessen sei. Ist das nicht, so giebt er in der ihm angemessenen Frucht mehr als in der die ihm nicht zusagt; wird dann aber auch von jener mehr erschöpft werden, als von dieser.

30.

Ich nehme also nach obigem Verhältnisse an, der Bedarf des Reichthums oder Nahrungsstoffs sei für jeden von einem Morgen über die Einsaat gewonnenen Scheffel

Roggen	=	1
Weizen	=	1, 3
kleine Gerste	=	0, 6
groſse Gerste	=	0, 7
Hafer	=	0, 5

jedoch bei letzterem auch nach Verschiedenheit seiner Schwere. Die bereite Nahrung oder den Fruchtbarkeitsgrad aber, der zur Erzeugung jedes Scheffels über die Einsaat auf einem Morgen erforderlich ist, bestimme ich danach mit der Proportionalzahl

für den Roggen	=	60
Weizen	=	78
kleine Gerste	=	36
groſse Gerste	=	42
Hafer	=	30

Ich sage über die Einsaat, weil ich glaube annehmen zu müssen, daſs in der Einsaat so viel Nahrungsstoff enthalten sei, um sich selbst zu repro-

duciren, und dafs eine überflüssige Einsaat, bei der die Pflanzen nur zum Theil aufkommen können, als Düngung in dem Verhältnisse wirke. Man kennt die starke Düngungskraft der Malzkeime.

Diese Fruchtbarkeit ist nun, wie oben gesagt, das Produkt der Thätigkeit mit dem Reichthum. Wie bestimmen wir den Antheil eines jeden dieser Faktoren nach den obigen Annahmen?

31.

Es geschieht durch das Quantum, was ein Acker bei gleichartiger Behandlung, aber ohne Ersatz durch Dünger zu erhalten, in der zweiten Ernte erfahrungsmäfsig weniger zu geben pflegt, als in der ersten Ernte. Die Thätigkeit bleibt sich unter Voraussetzung der gleichen Behandlung bei der zweiten Ernte gleich; der Reichthum aber hat sich durch die abgewonnene Ernte im Verhältnifs ihres Ertrages vermindert. Hr. v. Wulfen hat für diese Berechnung §. 6. seiner Schrift eine etwas complicirte Formel aufgestellt. Einfacher geht dasselbe Resultat hervor, wenn man sagt: dafs wir den Reichthum des Bodens bei der ersten Ernte finden, wenn wir in das Quadrat des Produktes derselben mit dem Minus der zweiten Ernte dividiren; und haben wir jenen gefunden, so ergiebt sich der Thätigkeitsgrad, wenn wir in den Fruchtbarkeitsgrad, den der Boden zur Hervorbringung der ersten Ernte haben mufste, dividiren.

32.

Je gröfser nämlich der Abschlag der zweiten Ernte im Verhältnifs zur ersten ist, desto gröfser mufs die Thätigkeit seyn, womit der Boden den Nahrungsstoff bereitet, oder den Reichthum in wirkliche Fruchtbarkeit umwandelt, zugleich aber auch die Erschöpfung desselben für die folgenden Ernten.

Wenn aber eine fast gleiche Ernte erfolgt, so mufs der Reichthum um so gröfser seyn, und er wird im Verhältnifs seiner Masse weniger erschöpft werden.

33.

Hier tritt nun die Frage ein: ob nicht eine verschiedene Thätigkeit oder Anziehungskraft der verschiedenen Pflanzen anzunehmen sei, wie ich dies nach meinem vormaligen System gethan habe? Hr. v. Wulfen scheint der Verschiedenheit der Pflanzen keine Einwirkung auf den Uebergang des Reichthums zuzugestehen, sondern anzunehmen, daſs aus gleicher Thätigkeit und gleichem Reichthum gleicher Nahrungsstoff bereitet werde; daſs jede Saat das Bereitete aufnehme und einen Ertrag an Scheffeln gebe, nach Verhältniſs dessen, was daraus gebildet werden kann. Wenn z. B. die Fruchtbarkeit als Produkt der Thätigkeit mit dem Reichthum = 360 ist, so werden daraus 6 Scheffel Roggen erzeugt; wäre aber statt dessen Weizen gesäet, so würde nach dem eben angegebenen Verhältniſs nur 4, 615 Scheffel Weizen erfolgen. Dies stimmt nicht mit der Erfahrung, wenigstens nicht auf manchen Bodenarten, wo man annimmt, daſs Weizen und Roggen gleichen Ertrag an Scheffeln geben. Jedoch kann man die Erfahrungen in Pausch und Bogen nicht anerkennen; denn wo beides, Roggen und Weizen, gebauet wird, säet man letztern in der Regel auf kräftigeres Land, giebt ihm auch eine sorgfältigere Vorbereitung und den besten Dünger. Dann setzt auch v. Wulfen voraus, daſs jede Frucht nur auf dem ihr angemessenen Boden komme. Und endlich macht es in Ansehung der Haupttendenz dieser Berechnung keinen groſsen Unterschied, weswegen wir die Frage vorerst nur dahin gestellt seyn lassen wollen.

34.

Ich wiederhole, daſs die Bestellung und die Behandlung der zweiten Frucht, der der erstern völlig gleich seyn müsse, und daſs nichts vorgenommen worden, was eine Abänderung des Reichthums und der Thätigkeit hätte bewirken können. Da dies nun selten in der Praxis der Fall ist, so giebt uns die Erfahrung wenige Data, nach welchen wir so geradezu auf arithmetischem Wege den Reichthum und die Thätigkeit der Bodenarten bestimmen konnten. Versuche aber würden eine lange Reihe von Jahren — da, wie sich von selbst versteht, einzelne Jahre nichts entscheiden können — mit groſsen Aufopferungen fortgesetzt werden müssen, bevor sie ein Resultat gäben. Wir können uns nur durch Induction aus der Masse der

hierauf Bezug habenden Erfahrungen dem richtigen Verhältnisse jener beiden Faktoren der Fruchtbarkeit nähern. Weil es indessen Bodenarten giebt, welche nach einer gleichartigen Brachbehandlung nur eine sehr geringe Differenz der nachfolgenden gegen die vorhergehende Ernte haben würden, etwa nur $\frac{1}{20}$, andre aber, wo das Minus der zweiten Ernte $\frac{1}{2}$ der ersten beträgt, so kann der Thätigkeitsgrad (oder wie man es im letztern Falle lieber nennen möchte, die Erschöpbarkeit des Bodens) zu 2 bis 30 angenommen werden; jedoch werden diese Extreme selten vorkommen. Erstere sind entweder die thonigt humösen Bodenarten, die bei hohem Ertrage unerschöpflich scheinen, und es wirklich auch sind, wenn ihnen die hohe Stoppel des gesichelten Getreides gelassen wird, und bei denen oft der Raum das Produkt ihrer Fruchtbarkeit beschränkt; oder die sogenannten kalten schlüffigen, gewöhnlich versäuerten Bodenarten, die nur geringen Ertrag geben, an denen man aber bei wiederholter Bearbeitung wenig Abgang bemerkt. Die andern sind solche Bodenarten, die ohne alljährige Düngung ihre Bestellungskosten nicht bezahlen, mithin nur da bestellt werden können, wo jene leicht und wohlfeil zu bekommen ist. Letzteres trifft bei den sehr sandigen und kreidigen Boden zu, welche jedoch, um ihre Thätigkeit im Durchschnitt der Jahre äußern zu können, eine Feuchtigkeit erhaltende Lage oder Klima haben müssen *).

§. 35.

Die gewöhnlichern Ackerbodenarten, auf welche hier nur Rücksicht genommen werden kann, und von welchen sich auch nur solche Data werden auffinden lassen, auf die man eine Berechnung gründen mag, werden nach obiger Regel zwischen 5 und 20 Grad Thätigkeit stehen. Wir werden annehmen müssen:

Für den eigentlichen Thonboden	5. 6. 7.
Für den Lehmboden	8. 9. 10.
Für mergeligten Lehmboden	10. 11. 12. 13.
Für sandigen Lehmboden	11. 12. 13. 14.

*) So hat man in dem feuchten Klima der Niederlande Sandboden, der Jahr aus Jahr ein = 12 Scheffel Roggen trägt, aber alljährig Kloakdünger erhält.

Für lehmigen Sandboden	14. 15. 16. 17. 18.
Für Sandboden	19. 20.
Für Kreideboden	— —

36.

Jede Bearbeitung des Bodens vermehrt ohne Zweifel seine Thätigkeit in dem Verhältniſs, wie sie durchdringender ist. §. 8. 23. Die Wirkung derjenigen, welche in der Regel zu jeder Saat gegeben wird, nehmen wir als einbegriffen in die natürliche Thätigkeit an. Derjenigen jedoch, welche man besonders der spät gesäeten kleinen Gerste noch in der wärmern Frühjahrszeit zu geben pflegt, wäre ich geneigt, die Wirkung von $\frac{1}{3}$ Brache beizumessen.

Der vollständigen einen ganzen Sommer durch fortgesetzten Brachbearbeitung miſst v. Wulfen eine Thätigkeitsvermehrung von 1 Grad bei, die jedoch nur auf die erste Saat beschränkt ist, wodurch die gröſsere Wirkung, welche sie auf Boden von mindererer natürlicher Thätigkeit und die geringere auf Boden von hoher Thätigkeit hat, sehr gut ausgedrückt wird. Er schreibt ihr auch noch eine, obwohl sehr geringe Vermehrung des Reichthums zu, die bei der vollständigen Brache wohl nur durch die Zerstörung des aufkeimenden Unkrauts bewirkt werden kann. Es scheint mir dies aber zu unbedeutend, um in Anschlag gebracht zu werden.

Die unvollkommene Hegebrache aber, welche man bis nach der Mitte des Sommers zur Viehweide benutzt, werden wir die Wirkung einer halben Dreischweide in Vermehrung des Reichthums zuschreiben können; dagegen aber nur einen halben Grad in Vermehrung der Thätigkeit. Sie hat wirklich Vorzüge auf dem sehr thätigen Boden, wenn nicht die Vertilgung des Unkrauts eine vollständige Brache erheischt.

37.

Der Ersatz und die Vermehrung des Reichthums wird durch den eigentlichen Dünger hauptsächlich bewirkt. Vom Stallmiste haben wir nur zureichende Erfahrungen. Ein mäſsiges vierspänniges Fuder pflegt 2000 Pfd. zu

zu wiegen. (Ich behalte hier das Gewicht bei, was v. **Wulfen** annimmt, ohnerachtet ich sonst wohl das Normalfuder etwas stärker angenommen habe). Wir setzen voraus, daſs er aus demjenigen Verhältnisse von animalischen und vegetabilischen Theilen bestehe, welche der Landwirth zu gutem, kräftigem, oder, wie er zu sagen pflegt, fettem Mist fordert. Ein solches nehmen wir als Normalfuder an. Nach den wahrscheinlichsten Resultaten der Erfahrung giebt ein solches den Stoff, woraus $2\frac{1}{2}$ Scheffel Roggen producirt werden, vermehrt mithin den Reichthum des Bodens um $2\frac{1}{2}$ Grad. v. **Wulfen** nimmt 2,8 Grad an, dies scheint mir jedoch für das oben angenommene Normalfuder zu viel.

38.

Den Einfluſs, welchen der Stallmist auf die Thätigkeit des trägeren Bodens nach §. 26. hat, ist jedem Ackerbauer bekannt. Man sagt: er erwärmt den kalten Boden, was auch wohl physisch nicht unwahr ist, obwohl hier mehr als bloſse Erhöhung der Temperatur darunter verstanden wird; den wärmeren Boden aber erhitzt er, um den Ausdruck beizubehalten, und wirkt dadurch zuweilen nachtheilig. Ich nehme vorerst an, daſs eine Düngung von 6 Fudern die natürliche Thätigkeit auf Thon- und Lehmboden; wo sie nicht über 9 Grad beträgt, um 1 Grad für die erste und um $\frac{1}{2}$ Grad für die zweite Ernte vermehre; bei gröſserer Thätigkeit aber wenigstens keine wohlthätige Vermehrung hervorbringe. Es würde sonst bei dem trägern Boden die Wirkung der Düngung in den ersten Jahren weit unter dem, was die Erfahrung zeigt, zu stehen kommen. Genauere Verhältnisse werden sich vielleicht angeben lassen, wenn wir die Sätze erst mehr an die Erfahrung gehalten haben: was denn, ich wiederhole es, überhaupt nur der Zweck bei der Darstellung dieses idealischen Maaſsstabes der Fruchtbarkeit seyn kann; ein Zweck aber, der schon durch meine ersten Ideen hierüber bei manchem denkenden Landbauer mit beträchtlichem Nutzen für die Praxis erreicht worden.

39.

Vielleicht wird man sich dann auch bewogen finden, die Wirkung der verschiedenen Gattungen des Stallmistes zu unterscheiden. Der Rindviehmist wirkt ohne Zweifel mehr auf den Reichthum wie der Pferde- und

Schaafmist; dieser aber mehr auf die Thätigkeit wie jener. Rindvieh- und Pferdemist werden mehrentheils gemengt auf den Wirthschaftshöfen, Schaafmist bleibt häufiger allein. Aber jeder Landwirth weiſs, daſs er diesen auf trägeren, jenen auf thätigeren Boden vortheilhafter verwende.

40.

v. Wulfen hat auch die Wirkung des Hürdenschlags mit Schaafen im Verhältniſs zur Stallmistdüngung zu bestimmen gesucht. Seine Wirkung ist bekanntlich sehr intensiv, aber wenig ausdauernd. Die meisten behaupten, er äuſsere seine ganze Wirkung im ersten Jahre zu $\frac{3}{4}$, und es bleibe höchstens $\frac{1}{4}$ für das zweite zurück. Ich wage aber noch keine Meinung darüber, wie er sich auf verschiedenen Bodenarten verhalte, weil es mir bisher an eigener Erfahrung fehlt und die meisten Landwirthe eine Parteilichkeit für oder gegen diese Düngungsart zu haben scheinen. Gewiſs ist es, daſs man, um seine Wirkung erfahrungsmäſsig zu berechnen, ihm eine beträchtliche Thätigkeitsvermehrung zuschreiben müsse.

41.

Die Begrasung, oder das sogenannte Eindreischen des Ackers mit dem dadurch erzeugten Weidedünger vermehrt den Reichthum des Bodens (§. 6.). Bei der Koppelwirthschaft hat man einem Dreisch- oder Weidejahre schon lange die Wirkung eines Fuders Stallmist pro Morgen zugeschrieben, wobei zu bemerken, daſs das Vieh daselbst Tag und Nacht auf der Weide bleibt, mithin keinen Dünger abschleppt. Es hat aber keinen Zweifel, daſs diese Wirkung sich richte nach der stärkern oder schwächern Begrasung und der Nahrung, die das Weidevieh davon hat. Diese aber steht im Verhältnisse mit der Fruchtbarkeit, die der Acker noch hatte, wie er zu Grase niedergelegt ward. In einer schonenden Koppelwirthschaft wird der Acker niedergelegt, wenn er noch $2\frac{1}{2}$ Scheffel Reinertrag geben könnte, also nach unserer Scala in einer Fruchtbarkeit von 150 Grad. In dem Falle glaube ich, daſs man obigen Satz annehmen könne, und daſs mithin ein Dreischjahr den Reichthum um $2\frac{1}{2}$ Grad vermehre. Wenn er aber bis zu 120 Grad erschöpft ist, so wird die Wirkung eines Dreischjahres nur = 2 Grad und so immer nach Verhältniſs seyn. v. Wulfen nimmt sie im Verhältnisse viel geringer an, nämlich bei 100 Grad Fruchtbarkeit zu 0,6; wo ich sie, den

meisten Erfahrungen zufolge, noch zu 1,666 ($1\frac{2}{3}$) annehme; jedoch nur drei Jahre hindurch, weil bei längerm Liegen der Graswuchs nachläſst.

42.

Um ein Beispiel dieser Berechnungsart zu geben, nehmen wir einen sandigen Lehm-, sogenannten Gerstboden an, der, nachdem er der ersten Ernte = 6 Scheffel Roggen gegeben hatte, in der zweiten bei gleicher Behandlung = 4,8, mithin 1,2 Scheffel weniger geben würde. In das Quadrat der ersten Ernte = 36 mit dem Minus der zweiten Ernte dividirt, giebt den Grad des Reichthums = 30 an, und da die Fruchtbarkeit = 360 seyn muſs (§. 30.), so ergiebt sich der Thätigkeitsgrad = 12. Da wir aber bei beiden Ernten eine gleiche Behandlung, mithin eine Brache annehmen müssen, welche die Thätigkeit = 1 Grad vermehrte, so ist die natürliche Thätigkeit = 11.

Er sei erschöpft bis dahin, daſs er noch = $2\frac{1}{2}$ Scheffel Roggen nach einer Brache geben könne, also bis 150 Grad Fruchtbarkeit und 12,5 Grad Reichthum.

Wir nennen Thätigkeit	T.
Reichthum	R.
Fruchtbarkeit	F.
Ertrag	E.
Ausgezogener Nahrungstoff	N.

Rotation der reinen Dreifelder-Wirthschaft.

1) Brache	T + 1 = 12	. R	12,5	6 Fuder Dünger.			
		+	15				
2) Roggen	T 12	:	27,5	F = 330	E 5,5 Scheffel		N 5,5
		—	55				
3) Gerste	T 11	. R	22	F = 242	E 5,76		N 4,03
4) Brache	T + 1 = 12	—	4,03				
5) Roggen	T 12	. R	17,97	F = 215,64	E 3,59		N 3,59
		—	3,59				
6) Hafer	T 11	.	14,38	F = 158,18	E 5,27		N 2,64
		—	2,64				
	bleiben	R	11,74				

Der Acker hatte also verloren bei dieser Rotation 0,76 Grad Reichthum.

Rotation einer gewöhnlichen siebenschlägigen Koppel-Wirthschaft.

1) 2) 3) Weide T 11 . R 12,5 F = 150
+ 7,5

4) Brache T + 1 = 12 . 20 + (6 Fuder Dünger) 15 F = 420

5) Roggen T = 12 . R 35 = F 420 E 7 Scheffel N 7
— 7

6) Gerste T 11 . R 28 = F 308 E 7,33 N 4,97
— 4,97

7) Hafer T 11 . R 23,03 = F 253,33 E 8,44 N 4,22
— 4,22

bleiben R 18,81

Der Acker hatte also gewonnen 6,31 R.

Versuche und Beobachtungen

über

einen diabetischen Urin.

Von Herrn S. F. Hermbstaedt *).

Von den ältesten Zeiten her, bis auf die unsrige, haben die Aerzte den menschlichen Urin als eine liquide Secretion betrachtet, die bald nach der specifiken Konstitution des Individuums, von dem er herstammt, bald nach dem Alter, bald nach dem gesunden oder kranken Zustande desselben einen eben so verschiedenen Karakter wahrnehmen läſst.

Eben jene abwechselnden Veränderungen, denen der Urin im Zustande der Krankheit unterworfen ist, geben den Aerzten die Veranlassung, in ihm ein Criterium zu erkennen, welches geschickt sei, den Gang der Krankheit daraus zu beurtheilen, und so muſste derselbe dem rationellen Pathologen, so wie dem geübten Pfuscher, zu einem Prognostikon dienen, den Gang der Krankheit darnach zu beurtheilen.

Aber alles was bis auf die letztern 20 Jahre in dieser Hinsicht über den Urin und seine Veränderungen gedacht, behauptet und niedergeschrieben worden ist, war auf Vermuthungen und Voraussetzungen gegründet; denn wenn gleich die Veränderungen selbst in der Erfahrung gegründet waren, so waren sie doch von unbekannten Ursachen abhängig, die nur durch eine zweckmäſsig geordnete chemische Zergliederung des Urins enthüllet werden konnten.

*) Vorgelesen den 16. Junius 1814.

Erst als diese angestellt wurde, kann man zur Erkenntniſs von specifiken Materien im menschlichen Urin, deren Ausmittelung durch keinen Schluſs *a priori* möglich geworden wäre, und eben diese Zergliederung des Urins war es, die über die physiologischen so wie die pathologischen Ansichten desselben so viel Licht verbreitete.

Gehen wir auf die Resultate derjenigen Analysen des menschlichen Urins zurück, welche während den Jahren 1758 bis 1800 durch mehrere Aerzte und Chemiker, namentlich die Herren Herissant, Morand, Hundertmark, Pilling, Henkel, Tichy, Rouelle, Halle, Scheele, Weigel, Weber, Brugnatelli und mehrere gemacht worden sind, so müssen wir gestehen, daſs selbige höchstens dazu dienten, dasjenige nur einigermaſsen anzudeuten, was man bei einem gründlichern Fortschreiten in der Wissenschaft von ähnlichen Zergliederungen zu erwarten berechtigt war.

Erst als die Herren Fourcroy und Vauquelin *) den menschlichen Urin einer umständlichern Zergliederung unterwarfen, wurden sie dadurch zur Erkenntniſs von konstanten Bestandtheilen in demselben hingeleitet, von denen ihre Vorgänger keine Ahnung haben konnten.

Jene Chemiker begnügten sich nicht damit, die Grundmischung des menschlichen Urins im allgemeinen zu erforschen und seinen specifiken Unterschied von dem Urin anderer Säugthiere dadurch zu begründen: sondern sie betrachteten auch zugleich den Unterschied in den quantitativen Verhältnissen der wesentlichen Bestandtheile im Urin, welche derselbe, in verschiedenen Zeitperioden untersucht, wahrnehmen läſst; so wie die wesentlichen Veränderungen, welche seine Grundmischung erleidet, wenn er im ausgesonderten Zustande sich selbst überlassen bleibt.

Beobachtungen solcher Art muſsten allerdings vorausgehen, wenn man in den Stand gesetzt werden wollte, den Unterschied wahrnehmen zu können, durch welchen der gesunde Urin sich von dem krankhaften auszeichnet, und je mehr nun ähnliche genaue Zergliederungen des Urins von verschiedenen Individuen im gesunden und kranken Zustande unternommen wurden, je mehr muſste der Unterschied in den Erscheinungen auffallend werden, die sich dem Beobachter darboten.

*) *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle chimique et médicale de l'urine humaine etc.* In den *Annales de Chimie Tom.* XXXI. *p.* 48.



Unter einer bedeutenden Anzahl ganz besonders gearteter Stoffe, die sich uns als nicht geahnete wesentliche und konstante Bestandtheile im menschlichen Urin darbieten, zeichnen sich ganz vorzüglich der Harnstoff (*Uré*) und die Harnsäure aus, und diese sind es in der That ganz ausschliefslich, welche nach ihrer Anwesenheit oder Abwesenheit, so wie nach ihrem gröfsern oder kleinern quantitativen Verhältnisse im Urin, durch die gesunde oder kranke Konstitution eines Individui herbeigeführt, die Criterien abgeben, die das Urtheil des Arztes über denselben leiten.

So bestimmt die Gegenwart des Harnstoffs im Urin seine Farbe, und die Gegenwart der Harnsäure seine klare oder trübe Beschaffenheit; aber beide werden vermehrt oder vermindert durch die kranke oder gesunde Beschaffenheit des Individui, von welchem der Urin abstammt.

Durch dergleichen mit Aufmerksamkeit angestellte Zergliederungen des menschlichen Urins, gelangte man auch zur Erkenntnifs von der ganz besonderen Grundmischung desjenigen, welcher beim Daseyn der Harnruhr (*Diabetes mellitus*) ausgesondert wird, einer Krankheit, von welcher die Aerzte bis jetzt eben so wenig die veranlassenden Ursachen anzugeben, als ihre Heilung zu bewirken, vermögend sind.

So viel mir bekannt ist, waren die Herren Nicolas *), Professor der Chemie zu Caen, und Doktor Quadeville, Arzt daselbst, die ersten, welche den diabetischen Urin einer Zergliederung unterwarfen, und dadurch den specifiken Karakter desselben, so wie seinen Unterschied vom gesunden, entwickelten und festsetzten.

Die Harnruhr kündigt sich vorzüglich dadurch an: 1) dafs der Patient in kurzer Zeit eine ungewöhnliche Quantität Urin aussondert, die zuweilen für jede Stunde des Tages dem Umfange nach 2 Pfund Wasser gleich ist; 2) dafs der ausgesonderte diabetische Urin meist farbenlos und immer etwas getrübt erscheint, nie so klar und durchsichtig, wie sonst ein farbenloser Urin zu erscheinen pflegt; 3) dafs derselbe nicht pikant salzig, sonder süfslich zuckerartig schmeckt; 4) dafs er weniger leicht faulet als anderer Urin, sondern vielmehr, statt zu faulen, erst eine weinartige, und sodann eine essigartige Fermentation eingehet; 5) dafs er spezifisch dichter ist, als gewöhnlicher Urin, im Verhältnifs von 1,045 : 1,000 gegen reines Wasser verglichen; 6) dafs solcher nach dem gelinden Abdunsten eine wein-

*) *Recherches et expériences chimiques et médicales, sur le Diabètes sucré ou phtisurie.* In den *Annales de Chimie Tom. XLIV. pag.* 45.

gelbe, honigartige, klebrige Flüssigkeit darstellt, die nach einigen Tagen von selbst zu einer süfsschmeckenden, dem Stärkezucker in der Form ähnlichen Substanz erstarret.

Die Herren Nicolas und Quadeville glauben aus den Resultaten ihrer Untersuchungen den Schluſs ziehen zu müssen, daſs solcher sich vom gesunden Urin besonders dadurch unterscheidet, daſs er weder freie Phosphorsäure noch Harnstoff enthalte, dagegen aber der Harnzucker einen so reichen Bestandtheil darin ausmache.

Hiermit stimmt auch das Resultat einer von Herrn Louis Cadet angestellten Zergliederung eines diabetischen Urins überein, den er von einem seiner Verwandten erhielt, der an der Harnruhr litt.

Nach einer neuern durch Herrn John Bostock *) angestellten Zergliederung des diabetischen Urins, enthält derselbe selbst Harnstoff unter seinen Bestandtheilen, und zwar bei gleichen Quantitäten des diabetischen und des gesunden Urins untersucht, im letztern nur zweimal so viel als im erstern. Man soll das Daseyn des Harnstoffs im diabetischen Urin dadurch erkennen, daſs solcher, wenn der diabetische Urin mit Salpetersäure gekocht wird, eine eigene Säure in blättrigen Kristallen erzeuge, während das zukkerartige Wesen in Kleesäure übergehet. Eine noch spätere Analyse des diabetischen Urins haben die Herren Dipuytren und Thenard **) angestellt, welche gleichfalls das Daseyn von Harnstoff in selbigen behaupten, welches also noch durch fernere Analysen jener Feuchtigkeit näher ausgemittelt werden muſs.

Die Gelegenheit, welche sich mir darbot, den Urin eines an der Harnruhr leidenden Mannes hierselbst einer Zergliederung unterwerfen zu können, hat mich in den Stand gesetzt, mich mit den Eigenschaften und dem chemischen Verhalten desselben näher bekannt zu machen, und die Resultate meiner eigenen Erfahrung über den gedachten Gegenstand der Königl. Akademie vorlegen zu können.

Der Harnruhrkranke, dessen Urin ich untersucht habe, ist der Baumwollenfabrikant Thiele hierselbst; seiner Erzählung zufolge kündigte sich seine Krankheit durch einen eben so groſsen als unauslöschlichen Durst an, und ein damit verbundenes häufiges Uriniren. Anfangs trank er in einem Zeit-

*) *Memoirs of the medical Society of London Vol. VI. pag. 237. etc.*

**) *Annales de Chimie Tom. LIX. pag. 41.*

Zeitraum von 24 Stunden 8—10 Berliner Quart, theils Bier, theils Milch, theils Wasser; als er aber eines Tages Klöſse genossen hatte, wurde sein Durst so unlöschbar, daſs er im Zeitraum von 24 Stunden bis 26 Quart der obigen Getränke genoſs, ohne jedoch den Durst ganz löschen zu können. Anfangs lieſs er täglich 8—10 Berliner Quart Urin, gegenwärtig, nach einem Zeitraum von 12 Tagen, in welchem Zeitraum ich täglich von seinem Urin erhalten habe, ist dessen Aussonderung bis auf 3 oder 4 Quart vermindert worden. Die Gesichtsfarbe des Patienten ist lederartig und glänzend, sein Blick höchst misanthropisch. Während oben gedachten Zeitraum, wo ich den Urin jenes Kranken täglich untersucht habe, ist solcher, einige Abwechselungen in der specifiken Dichtigkeit abgerechnet, sich immer gleich geblieben. Der gedachte diabetische Urin, im frisch gelassenen Zustande, besitzt die Farbe des Champagnerweins von einer wenig getrübten Beschaffenheit, sein Geruch ist nur höchst schwach urinartig, sein Geschmack ist süſslich salzig, seine spezifische Dichtigkeit verhält sich gegen destillirtes Wasser bei mittler Temperatur: *a*) wenn er Vormittags gelassen ist wie 1,035, *b*) wenn er einige Stunden nach der Mahlzeit gelassen ist, wie 1,045 zu 1,000, statt daſs der Urin von gesunden Personen nur immer eine specifische Dichtigkeit von 1,005 bis 1,008 wahrnehmen läſst.

Prüfung des diabetischen Urins mit Reagentien.

a) Lackmuspapier in einen frischen diabetischen Urin getaucht, wird nach ein paar Minuten merklich geröthet. Wird jener Urin mit dem 4ten Theil seines Umfangs einer frisch bereiteten Lackmustinktur versetzt, so färbt das Gemenge sich nach einiger Zeit violet.

Gesunder Urin, auf gleiche Weise behandelt, nimmt eine dem Rothwein ähnliche Farbe an.

b) Prüfung mit Galläpfelinfusum.

Eine mit Wasser gemachte Infusion von Galläpfeln in den diabetischen Urin getröpfelt, fället ein flockiges Wesen daraus, das sich wie gegerbte Gallerte verhält. Lymphe kann solches nicht seyn, weil weder der Alcohol noch die Wärme eine Gerinnung in dem Urin veranlassen.

Gesunder Urin verhält sich eben so.



c) Prüfung mit salpetersaurem Silber.

Eine Auflösung von salpetersaurem Silber erzeugt in dem diabetischen Urin einen käsigen Niederschlag, der nach ein paar Stunden eine Lilasfarbe annimmt. Wird dieser Präcipitat durch ein Filtrum von dem übrigen Fluido getrennt, so erscheint das Filtrirte gelblich und geruchlos. — Der ausgesüfste Präcipitat ist ein Gemenge von salzsaurem und phosphorsaurem Silber.

Gesunder Urin auf gleiche Weise behandelt, giebt einen violetten Niederschlag. Das abfiltrirte Fluidum erscheint rothgelb und riecht urinartig.

d) Prüfung mit salpetersaurem Quecksilber.

Werden in 4 Loth des diabetischen Urins 12 Tropfen einer konzentrirten Auflösung von salpetersaurem Quecksilber getröpfelt, so nimmt diese Flüssigkeit nach einiger Zeit eine rosenrothe Farbe an, und es wird ein rosenrother Präcipitat gefället; das abfiltrirte Fluidum erscheint klar wie Wasser.

Der gesunde Urin, auf gleiche Weise behandelt, verhält sich eben so, dafs nach dem Filtriren übrigbleibende Fluidum erscheint gelb.

Der Niederschlag scheint eine Verbindung von phosphorsaurem und einem harnsauren Quecksilber auszumachen.

e) Prüfung mit schwefelsaurem Quecksilber.

Schwefelsaures Quecksilber erzeugt im diabetischen Urin eine schmutzigweifse Trübung, und nach einiger Zeit fallt ein röthlicher Präcipitat zu Boden, der sich nur äufserst schwer absondert. Er scheint gleich dem vorigen eine Verbindung von phosphorsaurem und harnsaurem Quecksilber auszumachen.

Gesunder Urin, auf gleiche Weise behandelt, verhält sich eben so, nur färbt sich das Fluidum lila und der Präcipitat sondert sich leichter ab.

f) Prüfung mit salzsaurem Blei.

Mit Wasser gelöstes salzsaures Blei in den diabetischen Urin getröpfelt, erzeugt darin einen schmutzig röthlichweifsen Niederschlag, und es bleibt ein wasserklares Fluidum zurück. Der ausgesüfste Präcipitat scheint eine Verbindung von phosphorsaurem und harnsaurem Blei zu seyn.



g) Prüfung mit salpetersaurem Blei.

Das salpetersaure Blei verhält sich gegen den diabetischen Urin eben so, wie das salzsaure. Der Niederschlag fällt reichlicher zu Boden, und besitzt eine schmutzig röthliche Farbe. Wird er nach dem Aussüſsen mit destillirtem Wasser ausgekocht, so löst sich das salzsaure Blei daraus auf, und der Rückstand scheint ein Gemenge von phosphorsaurem und harnsaurem Blei zu seyn.

Der gesunde Urin giebt einen eben solchen Erfolg.

h) Prüfung mit Kalkwasser.

Wird der diabetische Urin mit der Hälfte seines Umfanges von frischem klarem Kalkwasser gemengt, so trübt er sich, und es wird ein schwacher Geruch nach Ammonium entwickelt; späterhin sondert sich ein lockerer weiſser Präcipitat daraus ab, der nur schwer durch ein Filtrum abgeschieden werden kann. Das Abfiltrirte ist klar wie Wasser. Der Niederschlag scheint bloſs phosphorsaurer Kalk zu seyn.

Gesunder Urin, auf gleiche Weise behandelt, verhält sich eben so, aber der Niederschlag fällt noch reichlicher zu Boden, und das übrige Fluidum erscheint nach dem Filtriren gelb gefärbt.

i) Prüfung mit salzsaurem Baryt.

Werden in 4 Loth diabetischen Urin 20 Gran in Wasser gelöster salzsaurer Baryt gebracht, so erzeugt sich nach ein paar Stunden ein schneeweiſser Präcipitat, der sich wie schwefelsaurer Baryt verhält.

Gesunder Urin, auf dieselbe Weise behandelt, liefert einen stärkern Präcipitat, der eine röthliche Farbe besitzt.

k) Prüfung mit Schwefelsäure.

Werden zu 4 Loth diabetischen Urin 20 Tropfen höchst concentrirte reine Schwefelsäure gesetzt, so nimmt er nach ein paar Stunden eine fast rosenrothe Farbe an, ohne getrübt zu werden. Endlich bemerkt man ein schwaches Aufbrausen, auf der Oberfläche bildet sich ein weiſser Schaum und es fällt ein kaum merkbarer Präcipitat zu Boden.

Gesunder Urin, auf gleiche Weise behandelt, verhält sich eben so, die Flüssigkeit nimmt aber eine gelbrothe Farbe an, und der urinöse Ge-

ruch wird nicht zerstört. Aus der Flüssigkeit sammelt sich ein schwärzlich rother Präcipitat ab.

l) Prüfung mit Kleesäure.

Mit Wasser gelöste Kleesäure, die in diabetischen Urin getröpfelt wird, erzeugt darin einen sehr lockern Niederschlag von rosenrother Farbe, der in der Flüssigkeit schwebend erhalten wird. Es scheint ein Gemenge von kleesaurem und harnsaurem Kalk zu seyn.

Gesunder Urin verhält sich gegen Kleesäure eben so, nur ist der gebildete Präcipitat spezifisch leichter und seine Farbe ist dunkler.

m) Prüfung mit kohlensaurem Kali.

Werden 10 Gran vorher in Wasser gelöstes Kali in 4 Loth diabetischen Urin gebracht, und alles unter einander gerührt, so wird Ammonium entwickelt, und es fällt ein weisser Präcipitat zu Boden, der sich in Essigsäure mit Brausen löset und bloſs kohlensaurer Kalk zu seyn scheint.

Gesunder Urin verhält sich eben so, nur fällt der Präcipitat reichlicher zu Boden, und es wird mehr Ammonium entwickelt.

* *
*

Die vorher beschriebenen Versuche waren sämmtlich mit einem ganz frischen diabetischen Urin angestellt, dessen spezifische Dichtigkeit gegen Wasser verglichen 1,045 betrug. Der zur Vergleichung gewählte gesunde Urin zeigte eine dunkle Weinfarbe und eine spezifische Dichtigkeit von 1,008.

Aus den Resultaten, welche der diabetische Urin bei seiner Prüfung mit den eben genannten Reagentien dargeboten hat, und ihrer Vergleichung mit denen des gesunden Urins, scheint zu folgen, daſs, mit Ausnahme der zuckerartigen Substanz im ersteren, in qualitativer Hinsicht beide eine gleichförmige Grundmischung besitzen: daſs hingegen das quantitative Verhältniſs der Bestandtheile im diabetischen Urin bei weitem geringer als im gesunden ist.

Das Daseyn der freien Phosphorsäure im diabetischen Urin ergiebt sich aus seiner Eigenschaft das Lackmuspapier stark zu röthen, so wie aus dem phosphorsaurem Kalk, den er mit Kalkwasser gemengt darbietet.

Das Daseyn der Harnsäure oder auch der Blasensteinsubstanz scheint aus der rothen Farbe der Präcipitate hervorzugehen, welche der diabetische Urin den metallischen Auflösungen erzeugt.

Das Daseyn der an neutralisirende Basen gebundenen Phosphorsäure ergiebt sich, aus dem phosphorsaurem Baryt, der durch salzsauren Baryt, so wie aus dem phosphorsaurem Blei, das durch das salzsaure Blei im diabetischen Urin erzeugt wird.

Das Daseyn des Kalks in demselben ergiebt sich aus dem kleesauren Kalk, der durch Kleesäure, und aus dem kohlensauren Kalk, der durch Kali aus dem diabetischen Urin gefället wird.

Das Daseyn des Ammoniums ergiebt sich endlich aus dem Ammonium, welches durch Kali und Kalkwasser daraus entwickelt wird.

Nur das Daseyn des Harnstoffes geht aus den Resultaten jener Versuche nicht deutlich hervor.

Wenn solcher als Ursache der Farbe des Urins anerkannt werden muſs, so würde aus dem wenig getrübten Zustande, den der diabetische Urin gewöhnlich besitzt, allerdings folgen, daſs der Harnstoff in selbigem nur in äuſserst geringer Quantität vorhanden sei, welches jedoch durch fernere Untersuchungen genauer ausgemittelt werden muſs.

Eben so ist auch das Daseyn der Benzoessäure im diabetischen Urin noch ferneren Untersuchungen mit selbigen vorbehalten; indessen scheint doch wenig oder nichts von derselben gegenwärtig zu seyn, weil hier sonst bei der Prüfung mit Schwefelsäure und mit Kleesäure sie sich hätte zu erkennen geben müssen.

Nach dieser vorläufigen Prüfung des diabetischen Urins mit Reangentien wurde selbiger nun auf Harnzucker untersucht. Zu dem Behuf wurden fünf Pfund ganz frischer diabetischer Urin von blaſsgelber Farbe und etwas getrübter Beschaffenheit, dessen spezifische Dichtigkeit 1,045 betrug, in einer Porzellanschale über gelindem Feuer so weit abgedunstet, daſs der Rückstand die Konsistenz des Honigs annahm. Nach dem Erkalten zeigte das Fluidum eine honiggelbe Farbe, einen dickflüssigen honigartigen Zustand und eine dem gereinigten Honig gleichkommende Klarheit; weder geronnene Lymphe, noch ein anderer fester Stoff hatte sich beim Abdunsten daraus abgesondert. Jenes Fluidum wog genau 16 Loth, und seine spezifische Dichtigkeit verhielt sich zum reinen Wasser wie 1,560 : 1,000. Sein Geruch ist sehr schwach urinartig, sein Geschmack ist süſslich salzig. Als jenes honigartige Fluidum in einer offenen, nur mit Papier bedeckten Schaale der warmen Luft ausgesetzt wurde, erstarrte solches nach einem Zeitraum von 4 Tagen, ganz unter denselben Erscheinungen, wie der Syrup aus Stärke, zu einer

gelblich weissen, lockern, körnigen Substanz, ohne dass etwas liquides zurückblieb. Ihr Gewicht war dem des honigartigen Fluidi noch gleich.

Jene erstarrte Substanz enthält also alle Bestandtheile des diabetischen Urins mit einander verbunden, so wie solche in demselben mit wässriger Feuchtigkeit gelöst enthalten waren.

Sie zeigte einen schwachen urinartigen Geruch, und einen süssen, etwas salzigen Geschmack. Ihre genaue Zergliederung, so wie die Bestimmung ihres Verhaltens zu andern Materien, wird der Gegenstand einer neuen Untersuchung über dieselbe ausmachen, deren Resultate ich, als Fortsetzung dieses Aufsatzes, der Königl. Akademie zu einer andern Zeit mitzutheilen mich beehren werde.

Versuche und Bemerkungen

über

die Verdunstung sogenannter feuerbeständiger Körper.

Von Herrn S. F. Hermbstaedt *).

Man redet in der Naturwissenschaft, und besonders im chemischen Theile derselben, nur gar zu oft von Feuerfestigkeit, Feuerbeständigkeit und Flüchtigkeit, als unterscheidenden Merkmalen der Körper, die sie bei der Einwirkung hoher Temperaturen, aber übrigens gleich bleibendem Drucke des Dunstkreises, unsern Beobachtungen offenbaren. Man giebt auch zu, dass jene Ausdrücke keinesweges auf absoluten, sondern allein auf relativen Begriffen beruhen; man hat aber von jeher aus der Acht gelassen zu bestimmen, welches das Maximum und welches das Minimum der Temperatur ist, bei der ein Körper feuerfest, feuerbeständig oder flüchtig, in der gewöhnlichen Bedeutung dieser Ausdrücke, erscheinen kann.

Man nennt in der Regel einen Körper feuerfest: wenn solcher auch beim Maximum der Temperatur, die wir zu erregen vermögend sind, sei es durch Hülfe der Brennspiegel, der Brenngläser, oder durch die Einwirkung einer mittelst Sauerstoffgas erregten Hitze, in seiner Form durchaus nicht verändert werden kann.

*) Vorgelesen den 8. Junius 1815.

Was heifst aber Maximum der Temperatur? Wer hat ein solches Maximum schon bestimmt? Kennen wir schon ein Mittel ein solches Maximum bestimmen zu können?

Wedgwood's Pyrometer reicht zwar hin, gewisse hohe Grade der Temperaturen zu bestimmen, die durch reines Küchenfeuer erzielet werden können; keinesweges aber die höchsten, die man dadurch erzwingen kann: denn die Thoncylinder, welche als thermoscopische Substanz dabei gebraucht werden, verlieren im Gutofen der hiesigen Königl. Porzellan-Manufaktur völlig ihre Brauchbarkeit; reines Platin kommt darin in Fluſs, und Stabeisen schmilzt schon nach dem Zeitraum von fünf Minuten.

Kann man daher wohl reinen Kalk, reine Kohle, reinen Kiesel etc. für feuerfeste Körper halten, weil wir zur Zeit noch keinen Grad der Hitze zu geben wissen, bei welchem sie geschmolzen oder verflüchtiget werden können? Ich glaube diese Frage mit Nein beantworten zu müssen, weil wir zur Zeit weder wissen noch wissen können, welches der höchste Grad der Hitze ist, den man zu geben vermag, oder, was gleich viel sagen will, welches das Maximum der Temperatur ist, bei dem eine Lösung zwischen den Wassertheilchen jener Substanzen und dem Wärmestoff möglich ist.

Eine ähnliche Bewandniſs hat es mit der sogenannten Feuerbeständigkeit der Körper. Wir nennen einen Körper in der Regel feuerbeständig, wenn solcher bei einem gewissen hohen Grade der Temperatur, bei welchem die sogenannten feuerfesten Körper unverändert bleiben, eine liquide Form annimmt, ohne seinen Standpunkt zu verändern, d. i. ohne in die Form des Dunstes überzugehen oder sich zu verflüchtigen. Aber noch fehlt es ja an einer genauen Bestimmung der Temperatur, bei welcher die Feuerbeständigkeit solcher Körper als etwas absolutes angesehen werden kann.

Wir nennen hingegen einen Körper flüchtig, wenn solcher bei einem gewissen Grade der Temperatur, durch die Wechselwirkung seiner Molecülen mit dem Wärmestoff, ausdehnsam wird, und in Dünsten entweicht, die bei einer niederen Temperatur wieder in die vorige Form zurücktreten.

Aber alle jene Feststellungen scheinen zu einer Zeit gemacht zu seyn, wo man von der Thätigkeit des Wärmestoffes und den Resultaten seiner Wirkungen in der Anziehung mit anderen Materien entweder noch gar keine, oder

oder doch nur eine höchst unvollständige, wenigstens eine sehr mangelhafte Vorstellung hatte.

Um daher über das Wort Feuerbeständigkeit eine richtigere Vorstellung zu erhalten, als man sie bis jetzt gehabt hat, war es nothwendig, diejenigen Körper, welchen bisher das Prädikat feuerbeständig zuerkannt worden ist, einer dahin abzweckenden Untersuchung zu unterwerfen, um zu ersehen, was von den bisher gehegten Vorstellungen über ihre Feuerbeständigkeit eigentlich zu halten sei. Ich habe einige dieser Untersuchungen veranstaltet, und lege die Resultate derselben der Königl. Akademie zur Beurtheilung vor.

Erste Abtheilung. Versuche mit Kali.

Man hat dem reinen Kali bisher Feuerbeständigkeit zuerkannt, wahrscheinlich als zum Gegensatz des Ammonium's, welches auch selbst in den niedrigsten Temperaturen verdunstbar ist, ohne die Feststellung jener Qualität der Feuerbeständigkeit auf die Resultate einer direkten Untersuchung gegründet zu haben; es bedurfte aber nur dieser, um sich vom Gegentheil zu überzeugen, um zu erfahren, daſs das Kali nicht nur bei hohen, sondern selbst bei niedrigen Temperaturen verdunstbar ist. Um zu dieser Ueberzeugung zu gelangen, wurde das Kali, in seinem möglichst reinen Zustande, folgenden Versuchen unterworfen.

I. Versuch. 500 Gran reines Aetzkali, im frisch geschmolzenen Zustande, wurden in einem genau abgewogenen Platintiegel in einen stark ziehenden Windofen eingesetzt, der Tiegel mit einem durchlöcherten Deckel von Eisenblech bedeckt, und das Kali in Fluſs gebracht. Kaum hatte das Schmelzen begonnen, so erhoben sich auch stechende Dünste aus dem Kali, welche darüber gehaltenes Kurkumepapier stark bräunten und dadurch die vorgehende Verflüchtigung des Kali andeuteten. Nachdem die Masse 30 Minuten lang im Fluſs erhalten worden war, wurde der Tiegel aus dem Feuer genommen und nebst seinem Inhalte gewogen; er zeigte eine Gewichtsabnahme von $30\frac{1}{2}$ Gran. Das Wedgwood'sche Pyrometer, welches ich hierbei anwendete, um die Temperatur zu bestimmen, zeigte, daſs die Verdampfung bei 90° vorgegangen war.

Der Tiegel wurde aufs neue in den Ofen gesetzt, und von der Zeit an, da die Masse wieder in Fluss gekommen war, das Schmelzen $5\frac{1}{2}$ Stunden hintereinander fortgesetzt. Man sahe die allmählig zunehmende Verminderung der Masse sehr deutlich, und als jetzt der Tiegel abermals aus dem Feuer genommen und gewogen wurde, hatte er, exclusive der vorigen $30\frac{1}{2}$ Gran, noch 204 Gran am Gewicht verloren, so dass im Zeitraum von 6 vollen Stunden überhaupt $234\frac{1}{2}$ Gran Kali verflüchtigt worden waren. Nach Beendigung der letzten Schmelzung zeigte das Pyrometer 95 Grad.

II. Versuch. Jene Arbeit wurde mit einer andern Portion Kali von 250 Gran wiederholt, jedoch mit dem Unterschiede, dass ich die Oeffnung des Tiegels mit einer Haube von Eisenblech bedeckte, die sich in ein 15 Zoll langes und $\frac{1}{2}$ Zoll weites Rohr endigte. Die Erfolge waren dieselben wie beim vorigen Versuche; das Kurkumapapier wurde, besonders nach vorausgegangener Befeuchtung, beständig gebräunet, wenn solches in die Oeffnung des Rohrs eingetaucht wurde; und nach Beendigung der Arbeit hatte sich im Innern des Rohrs eine bedeutende Masse Kali sublimirt und zu einer weissgrauen Rinde verdichtet.

III. Versuch. Ein Theil geschmolzenes Aetzkali wurde in sechs Theilen destillirten Wassers gelöst, die Lösung mittelst eines langhalsigen Trichters dergestalt auf den Boden eines 10 Zoll tiefen Glaskolbens gebracht, dass keine Verunreinigung der Seitenwände möglich war, und nun der Kolben in einem Sandbade bis zum anfangenden Sieden der Flüssigkeit erhitzt, welches bei 82° Reaumur erfolgte. Jetzt wurde ein in die Halsöffnung des Kolbens gehängtes Streifchen Kurkumapapier sehr bald gebräunet, und zeigte dadurch die vorgehende Verflüchtigung des Kali's an, welche jedoch, vor dem anfangenden Sieden der Flüssigkeit, nicht zu bemerken war.

Die Resultate jener Versuche geben also einen Beweis, dass das Kali, welches bisher feuerbeständig genannt wurde, nicht nur bei hohen Temperaturen, sondern auch schon bei der Temperatur des siedenden Wassers, und vielleicht unter derselben, verflüchtiget wird.

Zweite Abtheilung. Versuche mit Kalk.

Der Kalk ist nicht bloss ein feuerbeständiger, sondern selbst ein feuerfester Körper: denn seine Schmelzbarkeit, im völlig reinen Zustande,

hat noch niemals dargethan werden können, und seine Verflüchtigung bei hoher Temperatur eben so wenig.

Bei alle dem ist es allgemein bekannt, daſs der Kalk beim Löschen mit Wasser einen eigenen alkalischen Geruch ausdünstet, auch daſs mit Kalk frisch geweiſste Wände einen ähnlichen exhaliren, so daſs an einer Ausdünstung des Kalks, wenn nicht im trocknen, doch im mit Wasser durchdrungenen Zustande, wohl nicht gezweifelt werden kann. Um mich jedoch von der Wahrheit dieser Voraussetzung näher zu überzeugen, wurde die Aufgabe folgenden Versuchen unterworfen.

I. Versuch. Unter eine, 1150 Rheinländische Kubikzoll Inhalt fassende, mit atmosphärischer Luft gefüllte gläserne Glocke, wurden 16 Loth frisch gebrannter Kalk mittelst Quecksilber gesperrt, und in der Mitte der Glocke drei kleine Streifen Papier aufgehängt, von denen das Eine mit Kurkumatinktur gelb, das Zweite mit Fernambucktinktur roth gefärbt war. Das Dritte war durch Essigsäure geröthetes Lackmuspapier. Alle drei Papierstreifen waren mit destillirtem Wasser schwach befeuchtet.

Nach dem Zeitraum von 8 Tagen fing der Kalk an auf der Oberfläche zu zerfallen, und nach dem Maaſse, als solches erfolgte, änderte sich auch die Farbe der gedachten Papiere. Das Erste wurde gebräunet, das Zweite wurde violet, und das Dritte nahm wieder eine blaue Farbe an.

II. Versuch. Ich löschte 4 Pfund Kalk mit destillirtem Wasser, und setzte die Schüssel, worin solches verrichtet worden war, unter eine gläserne Glocke, in welcher einige Streifen der gefärbten Papiere von der vorigen Art aufgehängt waren: ihre Farben wurden gleichfalls verändert.

III. Versuch. In einem Zimmer, welches zwei Stunden vorher mit Kalktünche berapt worden war und den gewöhnlichen Geruch ausdünstete, leerte ich eine mit 24 Pfund destillirtem Wasser gefüllte Flasche so weit aus, daſs nur ein Pfund Wasser darin zurückblieb, verstopfte sie, und schüttelte nun jenes Wasser mit der in die Flasche getretenen Luft anhaltend 15 Minuten lang.

Das Wasser erschien völlig klar: die hineingebrachten gefärbten Papiere wurden aber sämmtlich darin sehr bald verändert, und reine Klee-

säure erzeugte sogleich darin einen bedeutenden Präcipitat von kleesaurem Kalk. Eine mit Wasser gemachte Lösung von ätzendem salzsauren Quecksilber, wurde dadurch zersetzt, und ein orangefarbener Präcipitat gebildet.

Ich hielt es nicht für nöthig, noch mehrere Versuche darüber anzustellen, da die Resultate der beschriebenen hinreichend waren, die stattgefundene Verflüchtigung des Kalks zu begründen.

Dritte Abtheilung. Versuche mit Baryt und Strontit.

Der erste und zweite der vorher beschriebenen Versuche wurde nun auch mit 500 Gran ätzenden Baryt und eben so viel ätzenden Strontit wiederholt, und auch hierbei wurde die Verflüchtigung dieser beiden Substanzen aufser allen Zweifel gesetzt, wenn sie mit Feuchtigkeit in Berührung waren.

Vierte Abtheilung. Versuche mit Küchensalz.

Das Küchensalz, welches bisher zu den feuerbeständigen Körpern gezählt worden ist, gehört keinesweges dahin: denn seine Verdunstbarkeit offenbaret sich so oft, dafs man erstaunen mufs, solche nicht früher bemerkt zu haben.

Den Salinisten ist es eine allgemein bekannte Erfahrung, dafs beim Gradiren der Salzsoolen mittelst der Dorngradirung, fast durchaus ein Verlust an festen Salztheilen bemerkt wird, der, was man kaum glauben sollte, im Durchschnitt auf 30 Procent berechnet werden kann. Aber man weifs auch, dafs in einer beträchtlichen Umgebung der Gradirwerke nur sogenannte Salzpflanzen gedeihen, und nicht selten die Oberfläche des Erdreichs mit einer dünnen Rinde von Salz bedeckt erscheint.

Zwar schreibt man jenen Verlust gemeiniglich einer Zerstreuung durch die bewegte Luft zu, ohne den Grund davon in einer wirklichen Verdunstung zu setzen; mir scheint aber diese Vorstellung in keinem Falle genügend zu seyn.

Mein verehrlicher Freund, der Professor Thomas von Thuessink in Gröningen, hat mir schon vor langer Zeit die Nachricht mitgetheilt, dafs

er, zufolge seiner darüber angestellten Erfahrungen, die Atmosphäre in der Gegend des Meeres mit Salztheilen geschwängert gefunden habe. Er hat sich auch davon überzeugt, daſs die Atmosphäre in Amsterdam sich stets in einem solchen Zustande befindet, und daſs dieses ein stärkeres Anlaufen und Rosten metallener Geräthe in jenen Gegenden, als in andern, zur Folge hat. Jene Erfahrungen sind zu merkwürdig, als daſs es nicht der Mühe werth gewesen wäre, solche einer näheren Prüfung zu unterwerfen, deren Resultate auch die Richtigkeit jener Bemerkungen auſser allen Zweifel gesetzt haben.

I. Versuch. In einem 5 Fuſs hohen Fasse lieſs ich eine gesättigte Auflösung von Küchensalz, durch ein darüber ausgespanntes Stück Flanell, 100mal dergestalt filtriren, daſs die herabfallenden Tropfen mit der im Fasse befindlichen Luft eben so in Berührung kamen, wie solches bei den Gradirwerken der Fall ist. Die Masse des aufgelösten Salzes betrug fünf Pfund, das zur Auflösung genommene Wasser betrug 20 Pfund.

Nachdem jene Operation beendigt war, wurde eine gläserne Flasche, die mit 15 Pfund destillirtem Wasser gefüllt war, dergestalt in der Atmosphäre des Fasses ausgeleert, daſs nur ein Pfund Wasser in der Flasche zurückblieb. Sie wurde nun verstopft und stark geschüttelt.

Das mit jener Luft geschwängerte Wasser zeigte jetzt durch hinzugetröpfeltes salpetersaures Silber sogleich eine starke Trübung, und gab dadurch das Daseyn des darin gelösten Küchensalzes deutlich zu erkennen.

II. Versuch. Ich lieſs die vorher genannte Lösung des Salzes in Wasser in einer porzellanen Schaale über gelindem Kohlenfeuer so weit erhitzen, daſs eine Verdunstung derselben langsam erfolgte. Der davon aufsteigende Dunst färbte ein mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber befeuchtetes Glasstäbchen sogleich milchweiſs, und gab also das in den Dünsten mit verflüchtigte Salz auf eine deutliche Weise zu erkennen.

Fünfte Abtheilung. Versuche mit Quecksilber.

Daſs das Quecksilber bei einer Temperatur von 600° Fahrenheit (= 266⅔ Reaumur) siedet und sich vollkommen in Dunst verflüchtiget, war eine längst bekannte Erfahrung; keinesweges wuſste man aber, welches

das Minimum der Temperatur sei, bei welchem noch eine Verdunstung des Quecksilbers möglich ist.

Schon im Jahr 1795 hatte ich Gelegenheit, eine in dieser Hinsicht wichtige Bemerkung zu machen. In einem Zimmer der hiesigen Spiegelmanufaktur, in welchem vormals Spiegel belegt worden waren, ereignete sich der Umstand, daſs die daselbst arbeitenden Comtoirbedienten, da das Zimmer im Winter etwas stark geheizt wurde, Salivationen bekamen. Man trug mir den Fall vor, und ich vermuthete daſs hier Quecksilber existiren müſste, das jene Krankheit veranlaſste, obgleich beim nähern Nachsuchen kein Quecksilber zu finden war.

Um mich vom Daseyn des Quecksilbers zu überzeugen, lieſs ich an verschiedenen Stellen des Zimmers, dessen Temperatur an 16° Reaumur betrug, einige Dukaten an Fäden aufhängen, und schon nach dem Zeitraum von 24 Stunden war die Oberfläche derselben amalgamirt; das Daseyn des Quecksilbers in Dunstform war also dadurch erwiesen.

Ich lieſs nun, da auf keinem andern Wege Quecksilber zu finden war, die Bretter des Fuſsbodens aufbrechen, und hier fand sich, besonders in der Nähe des Ofens, wo der Fuſsboden etwas geneigt war, über 50 Pfd. Quecksilber angesammelt, das sich also beim Verschütten nach und nach durch die Fugen der Bretter hindurchgedrängt und dort angesammelt hatte: der Grund von jener Wirkung war also aufgefunden.

Eine ähnliche Verflüchtigung des Quecksilbers findet man auch im Toricellischen Raum der Barometer, wenn solche im Sommer der Einwirkung der Sonne ausgesetzt sind. Hier sahe ich nicht selten, ganz im obern Ende des Rohrs, sich bedeutende Massen von Quecksilber ansammeln, die verflüchtigt worden waren, wenn die Temperatur des Dunstkreises auf 28 bis 34° Reaumur stand.

Die Verdunstung des Quecksilbers bei weit niedrigeren Temperaturen, als man gewöhnlich annimmt, war also hierdurch auſser allen Zweifel gesetzt; es kam nur noch darauf an, das Minimum der Temperatur zu bestimmen, bei welchem sie möglich war. Zu dem Behuf wurden folgende Versuche angestellt.

I. Versuch. In einem gläsernen Kolben, in dessen Mitte ein frei hängendes Thermometer angebracht war, das mit der Kugel das Quecksilber berührte, liefs ich 8 Loth sehr reines Quecksilber bringen, und stellte den Kolben mit seinem Boden auf den Sand eines Lampenofens. In die Mitte des Kolbenhalses wurde ein Dukaten frei aufgehängt. Der Dukaten fing sehr bald an, sich mit einer weifsen Lage von Amalgam zu bedecken, und jetzt zeigte das Thermometer die Temperatur von 24° Reaumur, welche ich also als das Minimum betrachte, bei welchem das Quecksilber zu verdunsten beginnt.

II. Versuch. Eine andere Portion Quecksilber setzte ich in einer offenen Glasschaale der Einwirkung der Mittagssonne aus. Ein hinein getauchtes Thermometer zeigte die Temperatur von 25° Reaumur, und nun wurde ein zwei Zoll von dem Quecksilber aufgehängter Dukaten auf der Aufsenfläche amalgamirt: welches also eine Bestätigung des Resultates vom vorigen Versuche darbot.

Aus den hier beschriebenen Versuchen geht also das Resultat hervor, dafs die darin behandelten Körper, denen man bisher einen so überaus hohen Grad von Feuerbeständigkeit zuerkannt hat, schon bei einem weit niedererm Grade eine Verdunstung einzugehen vermögend sind.

Ist diese aber allein in der Anziehung zwischen den Massentheilchen jener Körper und dem Wärmestoff gegründet? oder mufs ein anderes Wesen dabei thätig seyn, z. B. das Wasser, wie beim Kalk? Könnte vielleicht die Verdunstung des Aetzkali auch nur durch einen Theil des selbst nach dem Schmelzen darin zurückgebliebenen Wassers erfolgen? Wirkte dieses Wasser auch als ein die Verdunstung beförderndes Mittel beim Küchensalze? Dieses mufs durch neue Versuche bestimmt werden, welche noch anzustellen sind.

Beim Quecksilber konnte aber sicher kein Wasser mit ins Spiel kommen: hier war die Verdunstung allein ein Resultat der Cohäsion zwischen den Massentheilchen des Quecksilbers und denen des Wärmestoffes.

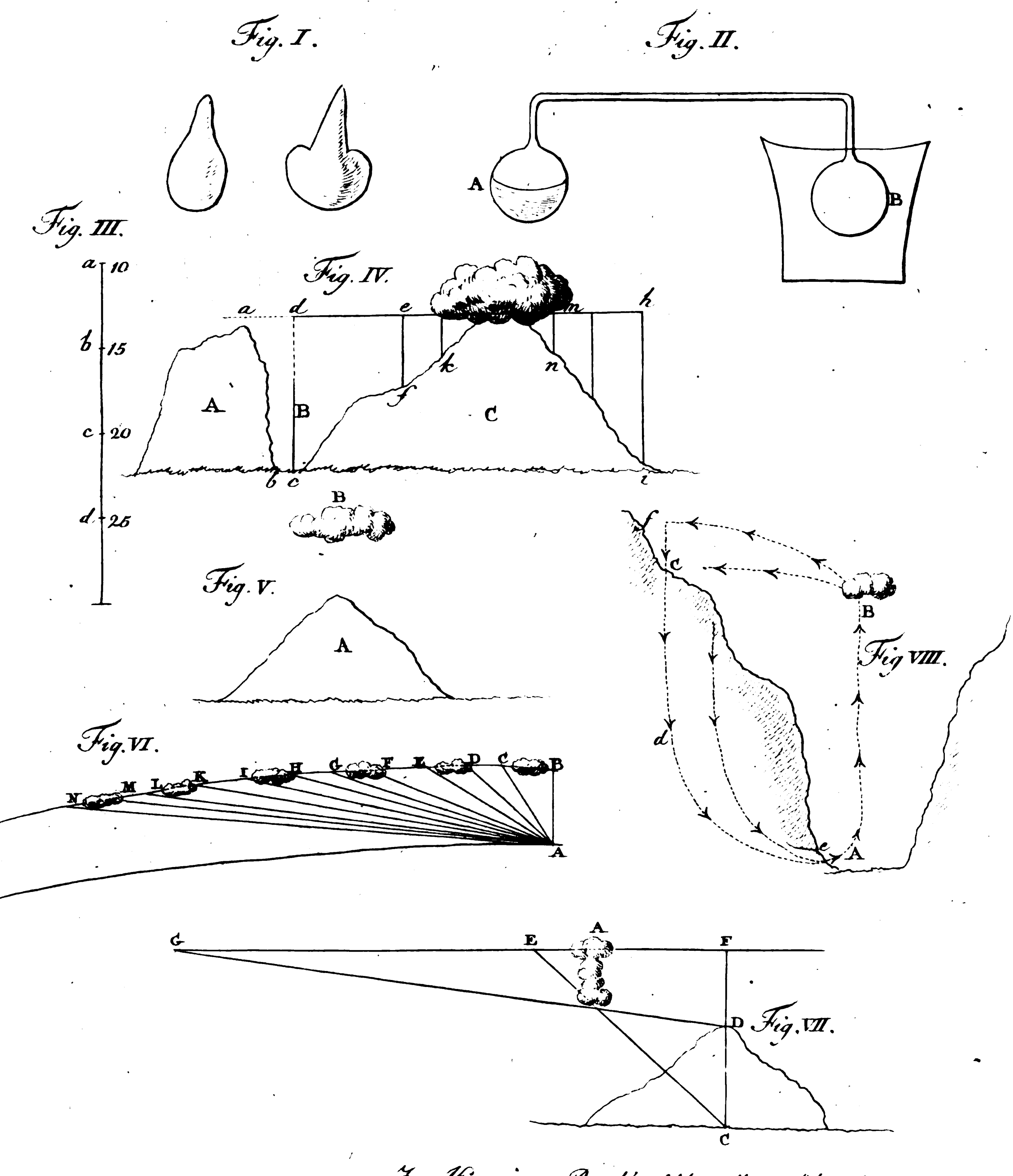
Wenden wir eben diese Erfahrung beim Quecksilber auf einige Erscheinungen an, die uns an andern für feuerbeständig gehaltenen Metallen

dargeboten werden, so läſst sich dadurch erweisen, daſs auch ihnen Verdunstbarkeit in niederen Temperaturen zuerkannt werden muſs.

Dahin gehören der eigene Geruch, welchen das Kupfer, das Messing, das Blei, das Eisen und das regulinische Arsenik aushauchen, wenn sie stark gerieben werden: denn auch dieser scheint auf einer dadurch erregten Verdunstung zu beruhen. Ob und in wie fern aber hierbei ein Prozeſs der anfangenden Oxydation mit ins Spiel kommt, dieses muſs freilich erst genauer untersucht werden.

Ueber





Zu Herrn von Buch's Abhandlung über den Hagel.

Ueber den Hagel.

Von Herrn L. v. Buch *).

Wo es Cretins giebt, da hagelt es nie. Weder im dumpfig warmen Thale von Aosta, noch im glühenden Wallis, wo in manchen Dörfern solche Geschöpfe an allen Hausthüren sitzen. Wo Kröpfe häufig entstehen, da hagelt es selten. In Villeneuve und Vevay werden die Weinberge wenig vom Hagel zerstört, bei Genf und am Jura sehr häufig. Aber am Jura finden sich Kröpfe nicht, dagegen oft an der Ostseite des Genfersees. Im Unter-Engadin kennt man den Hagel kaum, aber Kröpfe wohl.

Niemand wird glauben, daſs Cretins und Kröpfe durch eine Art von Antipathie den Hagel vertreiben, oder daſs durch fallenden Hagel Cretins und Kröpfe zerstört werden. Aber die Erscheinung macht es sehr wahrscheinlich, daſs beiden eine gemeinschaftliche Ursache zum Grunde liege; und wer sich besonders mit Aufsuchung der Ursachen einer so sonderbaren physiologischen Anomalie als der Cretinismus ist beschäftigt, wird schon hieraus sich überzeugen, wie wenig diese Ursachen in einzelnen Thatsachen, in Beschaffenheit der Wässer, wenn sie geschmolzenen Schnee aufnehmen oder Thonschiefer auslaugen, oder in Eigenthümlichkeiten in der Lebensart der Einwohner und ähnlichen Dingen gesucht werden können. Das würde auf Entstehung oder Vertreibung des Hagels nicht einwirken können. Die Ursachen müssen nothwendig allgemeiner in der Lokalität der Gegend gefunden werden. Ehe man jede dieser Ursachen kennt, läſst sich jedoch schon aus der

*) Vorgelesen den 24. Februar 1814.

Antipathie beider Naturphänomene, der Einfluss der Atmosphäre einer Gegend beurtheilen, welches zwischen Bergen von Wichtigkeit ist. Im Wallis flieht man bis auf die höchsten Gebirge, seine Kinder dem Cretinismus zu entziehen. Fallender Hagel würde ungefähr andeuten, wenn eine, obgleich sehr warme Gegend, doch schon in dieser Hinsicht nicht mehr zu fürchten ist.

Wenn die Thäler der Alpen aus dem Gebirge, das sie hoch und steil zu beiden Seiten begleitet hat, endlich hervorkommen, so breitet sich die Fläche gewöhnlich zu einem Hügellande aus, das gegen die vorigen Engen eine Ebene scheint, und nicht viel weniger erwärmt ist, als es das Thal war. Diese Flächen, ganz nahe am hohen Gebirge, werden jährlich vom Hagel verwüstet. Borgofranco, am Ausgange des Aostathals, ist kaum je in einem Jahre verschont worden. Ivrea nicht weniger. In den Aemtern von Mendrisio und Lugano, am Abfall der Alpen gegen Mailand, erzählt Hr. v. Bonstetten, der dort Statthalter war, wird in allen Berechnungen von Gütern oder von Pachtzinsen vorausgesetzt, dass jährlich der zehnte Theil aller Landesprodukte vom Hagel zerstört werde (Bonstetten Schriften IV. 44).

Man sollte glauben, dass bei einem so großen Contrast in Hinsicht dieses Phänomens in Gegenden, so wenig von einander entfernt, und bei welchen sich dem Anschein nach die Verschiedenheit der Bedingungen so leicht auffinden liess, die Theorie des Hagels mit der größten Klarheit hervortreten müsse. Indess findet sich bald, wenn man sich die Erscheinungen aus bekannten Gesetzen zu erklären versucht, dass die Naturforscher sich über die Natur des Hagels überhaupt noch nie eine klare Vorstellung gemacht haben; zum wenigsten scheint mir, was darüber in Schriften vorgetragen ist, sehr unbestimmt, zum Theil unrichtig und wenig zusammenhängend. Ein Versuch, die Erscheinungen in nähere Causalverbindung zu setzen, wird daher wohl einige Entschuldigung erhalten.

Der Hagel fällt größtentheils nur im Sommer, gerade wenn die Temperatur am höchsten steht: doch ist es gefrornes Wasser; — Wasser in einem Zustande, welcher dieser Temperatur so wenig angemessen ist. Man hat die Temperatur gesucht, in welcher das Wasser gefrieren könne, und sie leicht in der Höhe der Atmosphäre gefunden. Hagel bildet sich also in einer großen Höhe über dem Boden, und fällt durch die unteren Schichten schneller, als die Temperatur dieser Schichten die Hagelkörner

auflösen kann. So ist im Wesentlichen die Theorie, welche die meisten Lehrbücher vortragen. Fragt man, warum es denn im Sommer hagele, wenig oder fast gar nicht im Winter, so antwortet man, der Hagel sei offenbar und unläugbar ein elektrisches Phänomen. Gewöhnlich fällt er mit Gewittern; und oft habe man sogleich während des Falles sehr heftige Blitze bemerkt. Ueberdem sollen auch unmittelbare Beobachtungen, wenn es hagelt, eine vorzügliche Anhäufung freier Elektricität erweisen. Nun ist aber nach der Erfahrung die Beschaffenheit des Sommers der Elektricitätsentbindung viel günstiger, als der Winter. Diese Theorie beruht auf der besonderen, man möchte fast sagen, despotischen Achtung, in welcher die Elektricitätslehre in der Meteorologie sich gesetzt hat, ohnerachtet man die elektrische Materie noch immer nur als Werkzeug, nie als mitwirkende und verändernde Substanz hat kennen lernen. Die Verbindung, welche zwischen einem Hagelkorn und der Elektricität seyn möge, hat niemand bestimmt, und nur Lichtenberg hat gemuthmafset, Elektricität könne wohl Ausdünstung befördern, und dadurch Kälte erzeugen. Aber Herrn Erman's Versuche sind dieser Meinung entgegen.

Warum aber dieser Umweg durch die Elektricität? Warum können wir nicht gleich den Hagel als das Produkt eines Verdunstungsprocesses ansehen, nicht in den oberen Schichten, wo dem Raume in den kälteren Temperaturen wenig Dampfcapacität zukommt, sondern vielmehr in den untersten, in den erwärmtesten Schichten, wo die Intensität der hervorgebrachten Kälte sich nahe verhalten wird, wie die sehr schnelle Zunahme der Verdunstung fallender Tropfen in den erhöheten Temperaturen?

Wir dürfen nur ein Hagelkorn genau ansehen, um uns hiervon zu überzeugen. Sind die Körner nicht aneinander zerbrochen, so sind sie birnförmig oder pilzartig gestaltet. Eine Spitze oben, ein Halbzirkelsegment am unternn Rande, wie in Fig. I. Sehr häufig scheint die untere Hälfte sogar nur eine Halbkugel, in welcher oben die Spitze eines Kegels steckt. Dafs diese Spitze aber wirklich die obere, die Kugel die untere sei, habe ich bei zwei Hagelwettern auf dem Altensfiord und bei Kängis in Lappland deutlich beobachtet. An beiden Orten fiel der Hagel sehr senkrecht, und wenig vom Winde bewegt; die ganze Erscheinung war nur von wenigen Minuten. Alle sahe ich in dieser Form und in dieser Lage herabkommen. Auch folgt das schon aus der blofsen Ansicht der Figur, und aus der Lage des Schwerpunkts darinnen. Aber eben aus dieser Figur

folgt auch das Anwachsen des Hagelkorns von unten her, nicht von oben herab, und dahin deuten auch die concentrischen Lagen der unteren Hälfte. Man könnte zwar im ersten Augenblick glauben, vielleicht fliefsen Regentropfen am Korn herunter, und gefrieren im Laufe; — allein das macht wieder die Gestalt der Körner nicht wahrscheinlich, da die Spitze und die Halbkugel sich nicht allmählig, sondern sogar durch einen erhöheten Rand mit einander verbinden, und es scheint durch die Betrachtung völlig unmöglich, dafs ein Wassertropfen nie schneller fallen kann, als das Hagelkorn selbst. Aber der untere Theil des Korns wird auch zuerst Wassertropfen und Schneeflocken aufnehmen, und durch schnelle Hervorbringung des Condensationspunkts in der Schicht, welche er durchfällt, auch selbst durch Zusammendrückung des Dampfes in der Heftigkeit des Falles, Tropfen hervortreten lassen, welche sich nur der unteren Fläche anhängen können, und durch den Fall nach den Seiten getrieben, allmählig das Korn von unten gegen die Spitze vermehren. — Man nennt gewöhnlich den Hagel ein Eiskorn. Das, glaube ich, ist nicht richtig. Es ist offenbar ein kleiner fallender Gletscher. Nie sieht man ein Korn durchsichtig wie Eis, sondern stets milchig und trübe, und in helleren und dunkleren Schichten, wie in den Gletschern. Das Gletschereis ist aber schon vom Wasser durchdrungen, und mit diesem wieder zu einer Masse gefroren, und so müssen wir uns auch das Hagelkorn vorstellen. Denn die unmittelbare Bildung eines Eiskorns scheint überall, unseren jetzigen Erfahrungen zufolge, kaum möglich.

In der That, was ist der Schnee anders, als kristallisirtes Wasser? Was ist er anders, als die ersten Rudimente des Eises? Aber Schneefiguren sind Sterne in einer Fläche, welche sich endlich, wenn die Beobachtungen nicht trügen, zu einem regelmäfsigen Sechseck ausfüllen. Kristallisation ist Aufhebung der Anziehung der Theile nach gewissen Richtungen; denn sonst würden sie einer auf sie wirkenden äufseren Kraft keinen Widerstand zu leisten im Stande seyn, da im Flüssigen die anziehenden Kräfte auf ein zu bewegendes Theilchen von allen Seiten gleich sind. Nun scheint es, nach der Figur der Schneeflocken, könne man sich diese Form vorstellen, als sei die Anziehung nur noch in einer Fläche geblieben; diejenige aber, rechtwinklig auf die Fläche gegen die auf der Fläche selbst unmerklich geworden. Ein sphärischer Wassertropfen wird also durch die Eisbildung gleichsam in lauter Zirkelflächen zerfallen, und diese sich nur in der Richtung ihrer Durchmesser verbinden. Um in dieser Verbindung den

Raum auszufüllen, müssen sie sich zu Sechsecken bilden; und diese Sechsecke an einander zu Sternen, welche die Halbmesser größser, endlich ganz ausgefüllter Sechsecke werden. Es wird also das Eis eine dünne Fläche, oder eine Sammlung dünner Flächen übereinander, wenn die äußeren Umrisse durch äußere Ursachen nicht mehr deutlich hervortreten. Und in dieser Hinsicht ist die Form der unteren Fläche eines gefrornen Pferdehuftritts von einem Schneeflocken durchaus nicht verschieden. Es kann also nach dieser Ansicht durch innere Kristallisationskraft sich nicht ein rundes Eiskorn bilden; auch habe ich, so viel ich gekonnt, die Schneeflocken, vorzüglich die reineren, welche mit nordlichen Winden fallen, untersucht, ob sie, statt in der Fläche, sich wohl nach mehreren Richtungen vergrößsern, ob sie, aus innerer Anziehung, statt flacher Sterne auch wohl Morgensterne bilden möchten. Nie ist es mir gelungen. Kommen mehrere Sterne zusammen, so sieht man gewöhnlich gar leicht, daſs sie in der Luft auf einander gefallen, und nun ohne bemerkbare Regel durch Cohäsion, meistentheils durch ungefrornes Wasser, mit einander zusammenhängen.

Und so ist auch das Hagelkorn. Ein Schneestern bildet den Kern; Schnee tritt durch die Verdunstung hervor; es wird vom Wasser der Tropfen durchdrungen, und dieses gefriert. Beide zusammen würden sich in einer Fläche vereinigen, wenn nicht die ihnen äußsere Bedingungen des Falles sie zum Gletscherkorn formten.

Eben darinnen scheint mir auch die Ursache zu liegen, warum der *Gresil*, der Graupenhagel, gröſstentheils nur im Frühjahr erscheint, und nur bei niedriger Temperatur, niemals im Winter, wenig oder gar nicht im Sommer. Es ist nothwendige Bedingung, daſs Regen und Schnee zugleich falle, daſs also die Temperatur der unteren Schichten den Gefrierpunkt übersteige. Dann vereinigen sich Regen und Schnee zum kleinen Gletscherkorn. Kann es nicht regnen, wie bei einer Temperatur unter dem Gefrierpunkt, bei welcher der Dampf den ganzen Weg durch den liquiden Zustand, vom gasförmigen bis in den festen, gleichsam in einem Augenblick durchläuft, so werden nur Schneesterne fallen. Ist die Temperatur sehr erhöht, so wirkt das Spiel der mächtigen Ausdünstung und Erkältung in den unteren Schichten, und es wird Hagel entstehen.

Graupenhagel, (*Gresil*), würde daher der Anfang des Hagels seyn, und träte nicht der gefrierende Dampf sogleich in einer sehr warmen Atmosphäre hervor, welches wohl nur bei Vulkanen geschehen mag, wo so

häufig die Vermehrung des Dampfes gleichsam gewaltig geschieht, und nicht mehr von der Temperatur erzeugt wird, wie aber im gewöhnlichen Laufe meteorologischen Phänomene, so wird man im ersten Entstehen des Hagels nur Graupen finden, nicht Körner, wie die Häuser und Felder verwüsten. Auch dafür spricht die Erfahrung. Auf hohen Bergen hagelt es nicht, oder nur wenig. Aber *Graupel* fällt nicht selten mitten im Sommer. Scheuchzer und Beccaria erzählen dies ausdrücklich, als Resultat eigner und fremder Erfahrung (Gehler Wörtb. II. 553). Saussure hat es nicht anders auf dem Col de Géant gesehen; und auch andere Beobachter reden nur selten, und fast nie von beträchtlichem Hagel. Sollte auch die Temperatur wirklich in diesen Regionen hoch genug seyn, eine Hagel bildende Verdunstung zu verursachen, so wird doch selten auf Bergen und auf solchen Höhen Ruhe genug in der Luft seyn, welche der schnellen Vermehrung des Hagelkerns nothwendig ist. Nur bei dem senkrechten Falle wird der Dampf der unteren Schicht hervorgepreßt, zum Tropfen, zum Schnee, zum Gletscher gebildet. Durch Winde wird sehr schnell die lokale Erkaltung durch Verdunstung, die kleinen polarischen Atmosphären um die verdunstenden Tropfen wieder in die große wärmere Zone geworfen, und dann wird durch allgemeine Erniedrigung der Temperatur dem ferneren schnelleren Verdunsten und dem ferneren Anwachsen des Hagels Gränzen gesetzt. Deswegen ist fallender Hagel, wenn schon der Gewittersturm eingetreten ist, wegen seiner Größe weniger zu fürchten, als wenn mit seinem Falle die Gewittererscheinungen anfangen.

Es geht hieraus deutlich hervor, warum es im Sommer hagele, und nicht im Winter; warum nur bei Tage, kaum in der Nacht. Das Licht mag wohl ganz unschuldig daran seyn, und eben so sehr die elektrische Materie. Die unteren Schichten sind nämlich bei Nacht zur Hagelbildung nicht erwärmt genug. Ist uns dagegen eine, uns fremdartige, tropische Wärme gekommen, wie das nicht selten im Herbste mit Süd- und Südwestwinden geschieht, mit welchen zugleich eine bedeutende Dampfatmosphäre, dem Maximo nahe, ankommt, fällt nun auf höhere Schichten ein erkältender dampfaustreibender Nordwind, so kann dieser Regen leicht in den unteren Schichten zu Hagel verdunsten. Und da diese Temperatur der unteren Schichten von der Wirkung der Sonne unabhängig war, so wird es dann so gut des Nachts als am Tage hageln. In unsern Gegenden kommen Süd- und Südwestwinde nicht mehr mit so bedeutenden Atmosphären von Dampf,

daher wird auch diese Wirkung seltner seyn. Aber an den Ufern des atlantischen Meeres ist sie häufiger, und in Seeland, in Norwegen, selbst an Frankreichs Westküsten ist Hagel des Nachts im Herbst oder im Winter gar nicht ein so unbekanntes Phänomen, eben so wenig als die Gewitter im Winter.

Es ist ferner aus dieser Verdunstungsansicht gar leicht begreiflich, dafs die Hagelkörner dort am gröfsten seyn werden, wo die Differenz der Temperaturen in den Luftschichten, daher die Intensität der Verdunstung am gröfsten ist. Und wir werden uns weniger wundern, dafs Stücke wie Hühnereier in Italien und Syrien fallen, wenn nur bei uns im höchsten Extrem taubeneigrofse Massen. Denn eben die Zone zwischen 30 und 40 Grad ist, nach Lamberts gelehrten Berechnungen, diejenige, welche auf der ganzen Erdfläche der wärmsten Sommer geniefst, deren Wärme nur selbst gar zu oft noch durch glühende Wüstenwinde vermehrt wird. In der That kommen uns die Nachrichten von den gröfsten Hageln gerade aus dieser Gegend. Hasselquist erzählt in seiner Reise nach Palästina (p. 17), dafs ihn am 28sten Oktober 1749 auf seiner Fahrt von Marseille nach Syrien, 12 Meilen westlich von Sardinien, ein fürchterliches Gewitter überfallen habe. Ein Sturm aus Norden, mit Wetterleuchten von allen Seiten, mit Platzregen und Hagel. Es war 9 Uhr des Abends: also fiel auch dieser Hagel, als schon lange das Licht entfernt war. Die Körner waren theils oval, theils sphärisch, theils elliptisch und glatt. Die gröfsten waren gröfser als Wallnüsse, die kleineren als Muskatnüsse. Sie waren auswendig weifs und klar, und hatten inwendig einen Kern, erbsgrofs, der in das Blaue fiel (Ein Gletscher, Gresilkorn). Einige, die Hasselquist gewogen, waren bis eine Unze schwer. — Noch immer, sagt Dolomieu in seiner Beschreibung der liparischen Inseln (p. 83), erinnert man sich auf diesen Inseln des Wetters vom 11ten Oktober 1692. Das Meer tobte schrecklich. Es hagelte Eisstücke bis zu 5 Pfund (?) von unregelmäfsiger Gestalt und spitzigen Ecken. Inwendig hatten sie eine Luftblase, die einem Auge nicht unähnlich sahe.

Beide Gewitter waren im Oktober, am Ende des Sommers; das ist auch nur die Zeit, in welcher Italiens Himmel getrübt wird. Dann nämlich, wenn überall die Temperaturdifferenzen wieder bedeutender werden, und nun die wärmere Luft südlicher Zonen gegen Norden hervordringt, und sich hier bis weit unter den Condensationspunkt des über die Meere

mitgebrachten Dampfes erkältet. Aber zu solchem Hagel, als den, welchen Hasselquist und Dolomieu beschreiben, mag wohl glühender und vom Meere dampfhaltender Scirocco aus Libyens Wüsten durch Nordwinde tief erkältet, und der Dampf in Tropfen durch die warme Schicht gejagt worden seyn, welches durch das Fallen in der Nacht noch wahrscheinlicher wird. — Das Eiförmige der Körner entsteht aus dem allmähligen Anwachsen des Birn- und Pilzförmigen im Anfange; und die Luftblase im Innern muſs uns einen Begriff von der Schnelligkeit des Hervortretens, der Verdunstung des Coagulirens der Schneesterne zum Gletscherkorn geben, da die Luft nicht Zeit gehabt hat, durch die sich verbindende Masse zu entfliehen. Durch Rotation der Körner und daraus bewirktes Zusammentreiben der im Schnee eingeschlossenen leichteren Luft in der Mitte, kann diese Blase nicht entstanden seyn: denn sonst wäre das Hagelkorn nicht wie ein Ei, die Luftblase nicht wie ein Auge gestaltet gewesen.

Offenbar ist es nicht nothwendig, wie De Luc will, an eine durch chemische Ursachen bewirkte Erkältung in der Gewitterwolke zu denken, durch welche der Hagel in der Wolke selbst entstanden seyn soll. Im Gegentheil, ist diese Meinung aller Erfahrung und aller Consequenz geradezu entgegen. In Gewitterwolken mag wohl noch nie Hagel gewesen seyn; so etwas hat noch Niemand beobachtet, ohnerachtet man doch wohl auf Bergen durch starke Gewitter gegangen ist. Und dann ist hieraus die Relation vom Hagel mit der unteren Erwärmung gar nicht begreiflich. Und wie, wenn sich unmittelbar erweisen lieſse, daſs der Hagel am Boden in gröſserer Höhe Wasserregen gewesen ist? — Das ist an den Gebirgen doch möglich. In Cressier über dem See von Neufchatel verhageln die Weinberge recht häufig; Lignieres am Abhang des Chaumont liegt unmittelbar darüber, 1200 Fuſs höher. Dort regnet es zu gleicher Zeit sehr stark, aber es hagelt dann wenig oder auch gar nicht. Der Hagel vermehrt und vergröſsert sich erst in der 1200 Fuſs hohen Schicht bis zum Grunde des Thals. — Aus dem Thale von Travers kommen im Sommer Gewitter hervor, welche sich über die erwärmten Weinberge des Seeabhanges ziehen und groſse Hagelkörner auf die Weinreben werfen. Im hochliegenden Thale hatte es auch geregnet, ehe das Wetter die Tiefe erreichte, allein gehagelt nur wenig. — Bei Clermont in Auvergne, ganz nahe am Fuſse des Gebirges, sind Gewitter äuſserst gemein, und fast immer sind sie von Hagel begleitet, welcher die ganze Gegend verwüstet. Die Dörfer Blanzat, Chateaugué,

gué, Sayat scheinen jährlich zu dieser Zerstörung verdammt. Dagegen versichert Herr de Savigné, Pfarrer in Vernet auf dem Gebirge, daſs solche Wetter zwischen dem Montdor und dem Puy de Dome höchst selten sind, und daſs er es in 23 Jahren nur ein einziges mal habe hageln sehen. Die Orte sind doch von den ersteren oft vielleicht nicht ½ Meile weit entfernt, allein sie liegen auf dem Gebirge 1200 Fuſs höher (*Legrand d'Aussy Voyage d'Auvergne* 1788. *p.* 74). — Auch wird De Luc's auf ganz unbekannte und hypothetisch angenommene Operationen gegründete Meinung schon überhaupt durch die Thatsache ganz widerlegt, daſs es auf Bergen nicht hagelt. Gewitterwolken aber gehen in der Regel im Sommer viel höher, als die Spitzen der Berge.

Was die Verdunstung in erwärmten Schichten bewirken könne; wie sehr sie im Stande ist, schwere Hagelkörner zu bilden, das hat noch vor kurzem Wollastons eleganter kleiner Versuch gezeigt, das Wasser in einer Kugel des Pulshammers in ziemlich erhöheten Temperaturen gefrieren zu machen, wenn die andere Kugel in eine kaltmachende Mischung gesetzt wird. Die Theorie dieser Erscheinung ist dem ersten Anblick nach einfach, da wir sie ohne Mühe auf bekannte Thatsachen und Gesetze zurückführen. In A, (Fig. II.) der warmen Kugel, ist Wasser; in B, der kalten, aber nicht. Der Dampf, welcher der Temperatur von A gehört, verbreitet sich, und stürzt in den Raum B, wie in einen Abgrund, weil seine Elasticität bei der Temperatur von B nur unbedeutend gegen die im Raum A ist. Da nun durch die Vertheilung die Dampfelasticität A im Verhältniſs beider Räume vermindert worden, so entsteht neuer Dampf aus dem Wasser in A, um diesen Verlust zu ersetzen. Die zum Dampfe gehörige latente Wärme kann nur da hergenommen werden, wo der Dampf entsteht, nämlich auf der Oberfläche des Wassers; und da die Zerstörung in B sogleich der neuen Dampfbildung folgt, so wird endlich die Wärmeberaubung des Wassers weit gröſser als die, welche es vom umgebenden Mittel erhalten kann, und das Wasser in A gefriert. — Das Glücken und die Schnelligkeit des Versuches scheint also ganz von der Differenz der Dampfcapacitäten in A und B abzuhängen; und da die Elasticitäten mit den Temperaturen in einer sehr schnell wachsenden Progression sich vermehren, so sollte man glauben, eine gleiche Differenz würde in hohen Temperaturen mehr bewirken, als in niederen, und wenn z. B. die Kugel A in einer Temperatur von + 20 Grad steht, B in 0, die Eisbildung schneller bewirkt werden müsse, als wenn A in 10 Gr., B in — 10 Gr. steht. Denn im ersteren Falle wird doch weit mehr

Dampf zerstört und wieder gebildet, daher in A mehr Kälte erzeugt, als im letztern Fall. Die etwas bedeutende Dampfcapacität des Raums A ist auch zum Gelingen so nothwendig, daſs, wenn der neugebildete Dampf den oberen Raum durch mitgetheilte Kälte in seiner Temperatur so weit herabgebracht hat, daſs der Dampf des umgebenden Mittels sich an dem oberen Gewölbe ansetzt, auch wohl zu Reif gefriert, der Versuch durchaus nicht mehr gelingt; ein Umstand, welchen man leicht verhütet, wenn man im Anfange des Versuchs den Finger auf das Gewölbe der Kugel legt. Ist das untere Wasser erst durchaus erkältet, so ist ein Strom im umgebenden Mittel entstanden, welcher die kalte Luft um das Wasser herabführt, dem Dom aber in jedem Augenblick wärmere Luft zuführt, welche erkältet, sogleich an der Kugel herab dem Wassersegment zufällt.

Allein, wenn auch die Differenz der Dampfcapacitäten beider Kugeln der Hauptgrund der Erscheinung ist, so zeigt doch die Erfahrung sehr bald, daſs er nicht derjenige ist, welcher über die vortheilhaftesten Bedingungen des Versuches entscheidet. Wahrscheinlich wird er stets viel leichter bei einer Differenz von — 10 zu + 10 Gr. gelingen, als bei einer gleichen von 0 zu + 20 Gr. — Denn die latente Wärme des Dampfes, welche dem Wasser in A entzogen war, und die nach Rumfords neueren Erfahrungen 6—7 mal gröſser ist, als die, welche eine gleiche Quantität eiskaltes Wasser zum Kochen bringt, wird in B wieder abgesetzt, und muſs schnell abgeführt werden, wenn die Dampfcapacität von B nicht bis zum Stillstehen des Versuchs anwachsen soll. Diese Wegführung ist aber nach bekannten Gesetzen, im Verhältniſs der Wärmedifferenzen mit dem umgebenden Mittel; so ungefähr, daſs, um z. B. 20 Grad Wärme in einem Mittel von 0 Grad abzusetzen, $\frac{1}{3}$ Zeit mehr gehört, als eben diese 20 Grad wegzubringen, wenn das Mittel bis — 10 Grad erkältet ist. Diese gröſsere Schnelligkeit des Wegführens hat denn auf den Versuch einen gröſseren Einfluſs, als die vermehrte Dampfcapacität von A in höheren Temperaturen. Bedenkt man nun, daſs, um die vortheilhaftesten Bedingungen des Versuchs zu bestimmen, noch die Oberfläche der Kugeln in Rechnung gebracht werden muſs, die Menge des Wassers, und die Wärme, welche darinnen enthalten ist, dann die Bewegung und die Wirkung des Mediums, in dem A sich befindet: so wird man endlich geneigt, den Versuch für einen der verwickeltsten in der Physik zu halten.

Den letzteren Wirkungen ist der Hagel nicht ausgesetzt, sondern



nur dem Unterschiede der Dampfcapacitäten; denn er durchfällt zu schnell die Luftschichten, um andere als die Wirkungen aufzufassen, welche unmittelbar in seiner Nachbarschaft und in seiner Berührung sich äufsern. Es sei das Maximum der Elasticität des Dampfes in einer gewissen Höhe überschritten, in welcher die Temperatur 10 Grad beträgt. Es wird also ein Tropfen hervordringen und herabfallen. Er fällt bis b Fig. III. und findet hier eine Temperatur von 15 Grad; es ist nun völlig, als sei hier dem Tropfen ein dampfleerer Raum von 5 Grad eröffnet worden, wie dem Dampfe der Kugel A in der Kugel B. Er wird also schnell verdunsten und erkalten. Mit dem Ueberrest fällt er nach c und findet hier einen neuen leeren Raum von 5 Grad, der noch viel mehr Dampf zu fassen vermag, da es eine gleiche Differenz zwischen weit höheren Temperaturen ist. Der Tropfen wird also gefrieren, oder auch ganz aufgelöst werden und verschwinden. Das letztere geschieht häufiger, und weit öfter als man in Ebenen wohl glaubt. Es regnet, allein der Regen erreicht den Boden nicht; er bleibt in der Luft hängen. Wie oft bin ich nicht an den Bergen von Neufchatel in 900 Fuſs über dem See vom Regen durchnäſst worden; und unten regnete es nicht, ohnerachtet hier der Himmel ebenfalls von derselben Wolke bedeckt war. Auch in flachen Ländern kann man sich mit einiger Aufmerksamkeit oft davon überzeugen. Mit Recht sagt man, wenn man parallele, aus einer Wolke ausfahrende, schiefe oder senkrechte Striche gegen den Horizont sieht, es regne in der Ferne. Allein käme der Regen bis zum Boden herab, so würde man vom entfernten Horizont durch die Striche gar nichts mehr sehn. Aber sie endigen sich nicht selten in ansehnlicher Höhe, und beweisen damit, daſs es nur von einer Wolke bis zu einer Region regne, in welcher durch die Verdunstung das Maximum der Dampfcapacität noch nicht erreicht wird.

Das Hervortreten der Tropfen sei aber bedeutend genug, um in diesen Zonen nicht ganz verzehrt zu werden, so werden sie gefrieren und Gresilkörner bilden. Diese werden im weiteren Fall durch Erkältung und Zusammendrückung neue Tropfen hervorreiſsen, welche tiefer geführt, zum Theil schnell wieder verdunsten, zum Theil als Schneesterne gefroren, das Gresilkorn, das sie mit sich herabreiſst, zum Hagelkorn vergröſsern. Schneller ist diese Wirkung in den unteren Schichten, daher auch schneller die Vergröſserung des Hagelkorns. Nach und nach vertheilen sich die einzelnen Erkaltungen in der ganzen durchgefallenen Zone, sie erreichen vielleicht

einen tieferen Wärmegrad, als den des Condensationspunktes des hier enthaltenen Dampfes. Daher fängt nun auch diese Zone an zu regnen, und stärker als die obere; denn es wird, bei gleicher Temperaturdifferenz, mehr Dampf hervortreten; und auf gleiche Art tiefere Zonen. Aber da durch alle diese vereinten Wirkungen und durch die mechanisch von oben herabgebrachten Temperaturen die Wärme der unteren Schichten verzehrt, daher auch der schnellen Verdunstung endlich Gränzen gesetzt werden, so können die Tropfen nicht mehr zu großen Hagelkörnern gefrieren. Es kann daher nur im Anfange eines Gewitters Hagel sich bilden; kaum in der Mitte oder am Ende, wenn nicht neue Umstände zutreten. Und so lehrt es auch die Erfahrung.

Daſs Hagelwetter fast immer auch zugleich schwere Gewitter sind; daſs mit dem Hagel gemeinhin auch Blitze und Donner von den Wolken ausfahren, ist zuverlässig noch kein Beweis, daſs die Elektricität den mindesten Antheil an der Bildung des Hagels haben müsse, sondern es begründet nur die Vermuthung, daſs beide Erscheinungen aus einer gemeinschaftlichen Quelle entspringen. Und diese Quelle scheint keine andere, als die Isolirung des Phänomens in einem angewiesenen Raume. Gewitter und Hagelwetter sind locale Phänomene, keine allgemeine meteorologische, wie z. B. dasjenige, welches wir gewöhnlich einen Landregen zu nennen pflegen. Auf diesen in der Meteorologie so wichtigen und so nothwendigen Unterschied hat zuerst, so viel ich weiſs, der Genfer Physiker Du Carla hingewiesen, der zugleich mit dieser Lehre in physischen, zum Theil etwas abenteuerlichen Heften (*Septième cahier, des météores locaux, Genève* 1780) vor 30 Jahren die zusammenhängendste Theorie des Hagels vortrug; aber seine Meinungen sind weniger bekannt, oder weniger beachtet worden, als sie es zu verdienen scheinen.

Eine Luftsäule, sagt Du Carla, werde durch tausend denkbare Ursachen mehr als die umliegenden erwärmt. Sie wird in die Höhe steigen müssen, und mit ihr die Dämpfe. Sie wird sehr hoch steigen, wenn sie sehr warm ist, ehe sie sich mit der umgebenden Luft in Gleichgewicht der Wärme gesetzt hat; selbst die erlangte Geschwindigkeit führt sie noch höher. Sie erreicht die Eisregionen. Wasserbläschen treten heraus, und bilden eine Wolke; aber sie gefrieren auch zu Schneeflocken, fallen langsam herab, begegnen den immerfort von unten aufsteigenden Bläschen, verbinden sich mit ihnen zu Eiskörnern, zu Hagel, und können sich in dieser

Form stundenlang als drohende Wolke erhalten, weil der Stoſs der aufsteigenden Säule sie am Herabfallen hindert. Endlich überwiegt die Schwere der Wolke, und alles fällt mit Macht auf den Boden.

Nicht alles, vorzüglich nicht die Bildung des Hagels in den oberen Regionen, wird in dieser Vorstellung als richtig erkannt werden können, aber doch wohl die Hauptsache; und dann geht sehr schön aus ihr die Erklärung einer Menge den Hagel begleitender Phänomene hervor, wovon ich nur einige der vorzüglicheren durchgehen will.

Die Hagelwetter bilden sich gemeinhin im höchsten Sommer, weil dann die Temperaturdifferenz auf dem Boden am gröſsten ist, und daher die aufsteigende Luftsäule schneller und merkbarer seyn kann. Auch wird sie um so höher steigen. Aus gleichem Grunde ist diese Erscheinung am Nachmittag häufiger als am Morgen, am Tage und nicht in der Nacht. Im Grunde ist aber doch dies mehr auf die Bildung der Gewitter anwendbar; auf den Hagel nur der vorher angeführte Umstand der schnelleren Verdunstung in den wärmeren Schichten.

Hagelwolken sind Gewitterwolken, durch constante schnelle Aenderung der Form. Tritt eine Wolke schnell aus der Atmosphäre, so wird die bei dieser Formänderung entbundene elektrische Materie nicht so schnell, als sie erscheint, abgeführt werden können. Sie häuft sich und fährt in Blitzen theils in benachbarte Wolken, theils in die Erde. Daſs Wolken nicht Magazine von Elektricität sind, daſs sie die Elektricität nicht erhalten können, da sie dazu nie isolirt genug sind, hat De Luc überzeugend erwiesen. Daſs die Wolken auch an sich nie elektrisch, sondern nur Leiter höher sich findender Elektricität sind, hat Saussure gezeigt (*Voyages III.*). Aber mit sehr schnellem Hervorkommen der Wolken sind auch allemal sogleich Blitze verbunden. Der Blitz erscheint nicht vor der Wolke, sondern ganz bestimmt erst nachher; nicht vor der Aenderung der Form, sondern nachdem sie geschehen ist. Ein sehr neues Beispiel war hiervon das Westgewitter und der Hagel, die man am 15. November 1813 in Berlin sahe. Der Himmel war heiter im Zenith, trübe umher. Plötzlich weht schneller der warme Wind von Westen, die Wolke bildet sich schnell, und es schien mit einemmale Nacht geworden zu seyn. Blitz und Donner, die man sogleich erwartete, erschienen auch eine halbe Minute darauf. In den Oktoberregen von Italien, wenn tagelang schon der Himmel bezogen war, und es geregnet hatte, nun aber die Dunkelheit in einem Augenblick durch

neues Hervortreten dicker Wolken sich vermehrt, erfolgt gewöhnlich gleich darauf Blitz und Donner. Die Entziehung des Sonnenlichtes wird uns mit gleicher Geschwindigkeit merklich, als die Erscheinung des Blitzes. Es bildet also wohl Hagel und Platzregen Gewitter, allein die Gewitter keine Hagel und Platzregen.

Hagel fällt nach drückender Hitze und Windstille. Denn da es ein lokales Phänomen ist, so darf es, soll es seine Wirkung äufsern, durch die gröfseren und beständigeren meteorologischen Erscheinungen nicht gestört werden. Es mufs der in schönen Tagen wehende Nordwind zurückgehalten seyn. Er würde eine lokale aufsteigende Säule so leicht nicht erlauben, und ihre Temperatur, wenn er nicht zu schwach ist, bald mit der umgebenden Luft in Gleichgewicht setzen. Ist aber kein allgemeiner Wind, so kann das Aufsteigen des Lokalwindes von dem, der sich darinnen befindet, nicht anders als durch das gleichmäfsige Aufsteigen undurchsichtiger Theile in der Luft bemerkt werden. Die Luft wird drückend scheinen, da kein Seitenwind uns neue athmungsfähige Luft zuführt, und wir uns wie im eingeschlossenen Raume befinden. Und das ist es eben, was wir drückende Luft zu nennen pflegen, wenn wir uns nicht von der Atmosphäre zu befreien vermögen, welche die animalischen Funktionen unseres Körpers stets um uns bilden.

Hagelwetter und Gewitter erkälten die ganze Atmosphäre umher, oft für Tage lang, weil sie die Temperaturen aus sehr grofsen Höhen herabbringen, aufser der Kälte, welche die Verdunstung in den unteren Schichten bewirkt. Dafs diese den Niederschlag des Regens überwiegt, beweisen die von dem Regen ausgehenden Stürme, welche auf diese Art dem Gewitter vorhergehen, und ist es vorbei, zurückzukehren scheinen, und die Saussure sehr glücklich aus der plötzlichen und sehr starken Vermehrung der Luftmasse durch die verdunstenden Tropfen erklärt, welche in dieser Form 1680mal mehr Raum einnehmen, als vorher. (Hygrométrie p. 394.)

Hagel ist nur einzelnen schmalen Strichen verderblich, denn der Strich kann nur die Breite der Wolke haben, welche über dem sehr erwärmten Punkt des Bodens entstanden ist. Die umherliegende Luft hat an dem ganzen Phänomen wenig Antheil. Auch wird sich alles sehr bald wieder in Gleichgewicht setzen, und die Heiterkeit des Sommers zurückkehren, da ein Band von einer Meile lang und $\frac{1}{8}$ Meile breit doch gegen die Gröfse des Luftoceans gänzlich verschwindet; — wenn nicht etwa die zur Gewit-

terbildung nöthige Ruhe durch Entgegenwirkung von südlichen und nördlichen Winden hervorgebracht worden ist: dann freilich wird die gröſsere Elasticität der wärmeren und feuchteren Winde nun in der mehr erkalteten Atmosphäre überwiegen, und dem Nordwind andere Wege gegen niedere Breitengrade zu nehmen nöthigen. Auf solche Art könnte auch ein lokales Gewitter einen allgemeinen Landregen herbeiführen. In der Mitte des Sommers, wo überall Gleichgewicht der Temperatur ist, wird das seltener der Fall seyn.

Du Carla's Theorie ist also reich an einzelnen Anwendungen, die leicht aus ihr flieſsen. Und im Grunde beruht sie auf gar einfachen und kaum zu läugnenden Grundsätzen; welches sich keine andere Theorie dieser Erscheinungen rühmen darf. Das Auszeichnende und Fruchtbare seiner Meinung ist die Trennung der Gewitter von den allgemeinen meteorologischen Phänomenen; dann die Betrachtung der Nothwendigkeit, daſs erwärmte Luft aufsteige, und das nach Verhältniſs ihrer Erwärmung; daſs also ungleich erwärmte Theile des Bodens lokale aufsteigende Luftsäulen verursachen.

Wie mag man aber an diesem Aufsteigen der erwärmten Luft zweifeln, wenn schon in Glocken, in erwärmten Stuben, bei jeder geöffneten Stubenthür die Wirkung so auffallend ist! — Die Verschiedenheit der Erwärmung in verschiedenen Schichten der Atmosphäre ist wahrlich groſs genug, um diesem aufsteigenden Strome eine ganz merkbare Bewegung zu geben. Nach den Beobachtungen, die man in Genf lange fortgesetzt hat, stand das Thermometer, vor den Strahlen der Sonne geschützt, 3 Zoll über einem grasreichen ausdunstenden Boden nicht selten 40 Grad, wenn in der Luft 4 Fuſs über dem Boden nur 24 Grad; und der Mittelstand des Thermometers im ersteren Fall stieg im August bis 19 Grad, wenn in freier Luft nur bis auf 15 Grad (*Bibliothèque Britannique, Août* 1796). Auch sieht man ohne Mühe im Sommer leichte Körper bis zu ansehnlichen Höhen aufsteigen, senkrecht, nur durch eine Kraft von unten, nicht von seitwärts getrieben.

Dieses Prinzip des aufsteigenden Luftstroms (*courant ascendant*) möchte man in der That den Schlüssel der ganzen Meteorologie nennen. Die gröſsten wie die kleinsten Phänomene gehen daraus ungezwungen hervor; der tropische Ostwind, welcher die ganze Erdkugel umgiebt, wie die einzelnen Wolken, welche nur flüchtig im Sommer einen kleinen Theil

des Himmels bedecken; die gröfsten Orkane, wie die nie getrübte Heiterkeit des italienischen Sommers. Es erklärt die täglich wechselnden Meer- und Landwinde wärmerer Zonen, die periodischen Regen der Tropen, die Verschiedenheit der Climate unter gleichen Polhöhen. Es ist der Hauptgrund des wechselseitigen Tausches der Temperaturen verschiedener Breiten, durch Aufhebung des Gleichgewichts in der Luft.

Und wie leicht wird nicht hierdurch das sonderbare Phänomen der Anziehung der Wolken durch Berge begreiflich! — Wenn auch die Meinung, dafs eine wirkliche Anziehung der Masse eines so lockeren Körpers, als die Wolken sind, stattfinde, jetzt allgemein verlassen ist, so glaubt man doch noch gar häufig, es müsse dieser Erscheinung ein noch nicht entdecktes Geheimnifs zum Grunde liegen, eine Anziehung irgend eines Stoffes in der Wolke gegen einen anderen im Berge, wie z. B. positive und negative Elektricität seyn würden. Man sagt, die Wolke liegt tagelang auf dem Berge ohne sich zu bewegen. Daher mufs doch irgend eine Ursache sie mit besonderer Beständigkeit dort befestigen.

Allein bei näherer Untersuchung ist es wohl klar, dafs, wenn man sagt, die Wolke hat nun den ganzen Tag in gleicher Gröfse und Form den Gipfel umgeben, man ohngefähr sich so unbestimmt ausdrückt, als wenn man zu sagen pflegt, der Planet Mars leuchte immerfort mit demselben röthlichen Lichte. Offenbar ist es doch in jedem Augenblicke ein anderes. Und so auch die Wolke. Sie mag noch so grofs seyn; nach einer Viertelstunde ist in demselben Raum gewifs nicht ein Bläschen mehr, von allen, welche vorher darinnen sich fanden. Die wahre Ursache scheint diese.

Der aufsteigende Strom ist im Verhältnifs der Erwärmung. Es folgt daraus, dafs die Abnahme der Wärme bis zu einer gewissen Höhe über warmen Flächen langsamer sei, als über weniger erwärmten. Es wird also eine Temperaturdifferenz in gleicher Horizontalschicht sich finden. Die Erfahrung ist dem nicht entgegen. An den steilen Bergen von Aigle steigt man viel höher, ehe man das Thermometer um so viel sinken sieht, als schneller an langsam sich hebenden Gebirgen, in welchen man von mehreren in verschiedener Höhe liegenden Horizontalflächen ausgeht. Dieser Unterschied kann bedeutend seyn und vielleicht bis auf 4 oder 5 R. Grad steigen. Es komme ein Wind in der Richtung ah, Fig. IV. Der Dampf, den er mit sich führt, habe über der Höhe ab den Condensationspunkt nahe erreicht, allein noch nicht ganz. Die Luft ist also nicht getrübt worden

Der

Der aufsteigende Lufstrom e d des warmen Thales B hat d zu höherer Temperatur erhoben als A. Der Condensationspunkt entfernt sich noch mehr. Allein weit weniger erwärmt ist f, daher weniger warm auch o; noch geringer k; nun ist senkrecht über k in l der Condensationspunkt des über dem Berge hinströmenden Dampfes erreicht. Bläschen treten hervor, die Wolke bildet sich und umgiebt völlig den Gipfel. Das Bläschen l kommt aber nach m und findet hier neue Wärme vom Boden herauf; es verschwindet aufs Neue, und über i wird von der Wolke nichts mehr gesehen werden. Die Wolke des Berges ist also nichts festes, sondern in ihren Theilen stets wechselnd; der Geschwindigkeit des Windes gleich treten Bläschen in l hervor und verschwinden in m, vielleicht nur wenige Minuten als solche, um diesen Weg zu durchlaufen. Aber die Form der Wolke wird beständig seyn, so lange die einzelnen Luftsäulen in gleicher Intensität und Geschwindigkeit des Aufsteigens bleiben. Von eben dem Einfluſs und von gleichen Folgen ist die unmittelbare Wärmestrahlung vom Boden, welche von Thälern herauf gröſser ist, als von weniger erwärmten Abhängen.

Noch mehr wird diese Wolkenbedeckung befördert, wenn die aufsteigende Luft in o und f nicht in der Länge des Thales ersetzt werden kann, sondern wenn diese an den Abhängen der Berge von k nach o herunterflieſst, wie das in Wallis und in Aosta geschieht. Denn alsdann wird unmittelbar dem Gipfel g kältere Luft aus höheren Regionen zugeführt, und der Condensationspunkt des Dampfes wird noch schneller erreicht.

Wenn man nach einer solchen feststehenden Wolke hinaufsteigt, wird man sie nie ruhend finden, sondern stets in der Bewegung des herrschenden Windes. Auf Pässen der Alpen ist dies Hervortreten, Bewegen und Wiederverschwinden des Nebels eines der schönsten, lebhaftesten, auffallendsten Schauspiele. Nicht selten ziehen die Nebel an dem Hospiz des Gotthards pfeilschnell vorüber. Mächtig und dicht drängen sie sich mit Gewalt in das plötzlich herabstürzende Thal von Tremola und über die Levantine hin. Man möchte glauben, in wenig Augenblicken sei nun die ganze Lombardei mit Nebel bedeckt. Allein die Wolken erreichen nicht einmal den Ausgang des Thales von Tremola; der aufteigende Strom aus dem Levantinerthal hat sie zernichtet, und über Airolo ist von ihnen auch nicht mehr die Spur.

Es ist nicht nöthig, dafs die Wolke stets den Gipfel des Berges umgebe. Sehr häufig ist sie von ihm getrennt, und schwebt darüber als ein feststehender Hut (Fig. V.). Nur erst in dieser Höhe liegt dann der Condensationspunkt des Dampfes, aber noch nicht unter dem Berge. Das ist recht häufig in den Alpen. Wer erinnert sich nicht, dafs oft die Wolken der Höhe den Umriss der darunter liegenden Berge zu bezeichnen scheinen, mit ihnen abfallen und wieder aufsteigen, als wäre dann eine Abstofsung zwischen der Wolke und der Bergreihe bis zu einer bestimmten Gränze.

Hierinnen liegt auch ein Hauptgrund der zertheilten Wolken auf Ebenen *). Sie entstehen und verschwinden, je nachdem sie über Wälder hinziehen, Moräste, Flüsse und Seen, oder über erwärmte Felder und trockne baumleere Flächen. Dies Spiel der Wolken ist höchst anziehend und lehrreich, wenn man von einer bedeutenden Höhe das Land übersieht, und nun aus ihrer stets wechselnden Form bestimmen kann, wenn jetzt die Wolke über das Thal, über den Fluss, den See oder die Bergreihe zieht. Und dies bestimmt, was freundliche Wolken sind, was feindliche. Bei dem lokalen Hervortreten werden sie in der Mitte dicht, an den Rändern, wo sie schon wieder wärmere Luftsäulen berühren, schwächer und locker. Sie scheinen daher weifslich und rund. Ist es aber ein warmer Südwest, der sich erkältet, so ist die Wolkenschicht in gleicher Höhe über den Boden. Die Wolke ist an der unteren Fläche scharf begränzt, langgezogen wie der hervortreibende Wind, gleich dicht überall, und also gleichfarbig auf der ganzen Erstreckung. Eine graue Decke zwischen Sonne und Erde, welche die verschiedene Erwärmung des Bodens, und mit ihr das Spiel der mannigfaltigen, einzelnen aufsteigenden Luftsäulen verhindert. — Aber ein im Sommer nur am Horizont umzogener Himmel ist noch eine solche ungünstige regenverkündende Decke nicht. Der Horizont scheint uns nur umzogen; er ist es in der That nicht. Herr Prevost in Genf hat das schon vor mehreren Jahren schön auseinandergesetzt. Nur Entfernungen von Planeten, nämlich, gegen welche die Entfernung des scheinbaren vom wahren Horizont fast verschwindet, können am Himmel auf einer Kugelfläche projicirt werden. Allein der Abschnitt, den wir von der uns so nahen Wolkenkugel und auch von der Erdfläche übersehen, ist im Verhältniss des Ganzen so klein, so we-

*) Auch die vom Boden strahlende Wärme muss auf die Wolken bedeutend einwirken. Sie ist grofs über unbedeckten Flächen, geringe über Wasser und Wälder.



nig gebogen, dafs er für uns eine gerade Fläche seyn mufs. — Die Gegenstände am Horizont werden jetzt nicht mehr unter gleichen, sondern in stets abnehmenden Winkeln gesehn. Und da wir doch Wolken sehen können, welche horizontal viele Meilen von uns entfernt sind, so wird endlich der Gesichtswinkel ihres Abstandes so klein werden, dafs er der Vorstellung verschwindet, und die Wolken werden für uns eine fortgesetzte, nicht unterbrochene Masse zu seyn scheinen; (Welches die VI. Figur erläutern möge, in welcher die Luft nur noch in dem Winkel HAG sichtbar ist, bei den übrigen aber schon die Wolken sich decken). Doch sind es eben so leichte, getrennte, unschädliche Wolken als die, welche dann über uns in der Höhe des Himmels zerstreut sind. — Am Abend, wenn die aufsteigende Säule die Wolken nicht mehr hält, und die abnehmende strahlende Wärme vom Boden auch den Condensationspunkt des Dampfes weniger hoch heraufschiebt, sinken diese Wolken langsam herunter in wärmere Zonen, lösen sich auf und verschwinden. Die Nacht wird heiter und hell, und der Mond kann nun frei sein Licht über die Erde ausgiefsen. Da sagt man, der Mond habe die Wolken verzehrt, und glaubt auch wohl an eine Sympathie zwischen Wolken und Mond.

Auch dies Niedersinken und Verzehren der Wolken in der höheren Temperatur ist eine der freundlichsten Erscheinungen auf Bergen. Die letzten Strahlen der Sonne erleuchten noch, oft mit den lebhaftesten Farben, die von der Wolke langsam herabsinkenden Fäden. Sie verwandeln sich unten in Dampf, und stofsen nun plötzlich mit Gewalt hierhin und dorthin die feinen Nebel, die leuchtenden Bläschen, welche sich jetzt in der Unendlichkeit des Raumes verlieren. — Ueber den Ebenen sinken die Wolken auch, aber wir sehen ihre Bewegungen nicht. Das ganze zusammengesetzte und ineinandergreifende Leben in der Atmosphäre geht für uns auf Ebenen verloren. Wie könnte es auch anders? Wir messen die verschiedene Entfernung der Erscheinungen am Himmel nicht mehr. Was nahe über uns steht, scheint uns mit der Wolke gleich hoch, die doch weit über die höchsten Spitzen der Berge weggeht. Und was uns nicht die untere Fläche der Wolken verdeckt, das sehen wir aus zu grofser Entfernung, um unserer Beobachtung noch deutlich zu seyn.

Es sinke z. B. die Wolke A gegen B (Fig. VII.); wir sehen sie vom Boden in c aus, unter dem Winkel AcB, und projiciren ihren Endpunkt nach E, weil keine auffallende Theile uns ihre gröfsere Nähe verrathen.

Statt gesunken zu seyn, glauben wir also ganz irrig, die Wolke sei um AE breiter geworden. Und ist diese Entfernung nur klein, so verschwindet uns die ganze Erscheinung. Nicht so dem auf dem Berge in D. Was ihm unter dem Winkel BDA erscheint, kann ihm so leicht nicht entgehen; denn diese Winkel wachsen wie die Tangenten AE und AG (wie die Tangenten der Summe des Gesichts- und des Zenithwinkels), und so ungeheuer, als die so vergröſserte Tangente AG, projicirt keine Einbildungskraft. Da, in solcher Entfernung der Gegenstand so sehr viel kleiner erscheinen sollte, und er im Gegentheil doch gröſser gesehn wird, so würde die Vorstellung eher nach dem Ungeheuren als nach dem Einfachen greifen, und das thut sie, ohne vorbedachte Anstrengung, nie.

Wenn also ein Sommertag sich erwärmt, so fängt die ganze untere Luft nach und nach an zu steigen. Der Raum, den sie verläſst, muſs mit neuer Luft ersetzt werden. Gegen Süden war die Luft nicht, welche sie herauftrieb; denn südlich ist sie noch mehr erwärmt; von Westen kommt sie nicht, denn auch gegen Westen ist der Unterschied der Temperatur nicht sehr bedeutend. Von Osten kommt die erwärmende Sonne. Es bleibt nur die Nordseite, welche, in höheren Graden immer kälter, niederen Breiten zuflieſsen kann. Ist die Sonne etwas gestiegen, so erhebt sich sanft dieser Wind, und treibt die Wolken, welche durch lokale wärmere und kältere Säulen erscheinen, vor sich nach Süden. Und da die kommende Luft von Norden sich erwärmt, so vermag sich in ihr mehr Dampf zu erhalten, und die Wolken verschwinden. Daher die stete Heiterkeit des italischen Himmels. Die fortdauernde Tramontana ist ein sicherer Bürge dafür. — Wird es ganz still, oder irgend eine Stelle des Bodens so sehr erwärmt, daſs die Luft darüber vom schwachen Nordwind in ihrem Aufsteigen nicht gestört werden kann, so werden die Gewittererscheinungen hervortreten, welche Du Carla beschreibt. Und erhält sich die Wolke nicht mehr, fällt der Dampf als Regen herunter, so wird er nun in den unteren Schichten zu Hagel. Es liegt also in einem bedeutenden Unterschiede der einzelnen aufsteigenden Luftströme der Hauptgrund der Gewitter und Hagel, Vielleicht oft in Kleinigkeiten nur, welche doch hinreichend sind, diesen Unterschied bis zur zersörenden Wirkung bedeutend zu machen. In unbedeckten Gegenden daher häufiger, als zwischen Morästen und Sümpfen. Scheinen doch auch in unseren Gegenden die Gewitter viel häufiger, wenn die Ernte einzelne Felder einer besonders groſsen Erwärmung bloſsgestellt hat. — Herr

D'Onstein, in einer Abhandlung über den Hagel (Dresden 1794) behauptet, als eine bekannte Sache, dass völlig bewaldete Gegenden dem Hagel nicht ausgesetzt sind; aber desto mehr solche, in denen man einzelne Striche abgeholzt hat. Ein besonders eindringendes Beispiel, sagt er, ist Caselle in der Provinz degl' Irpini in Neapel; dort ward man von einer ehedem bewaldeten Bergkette in Nordwesten geschützt, und es hagelte nicht. Seit der Abhang in Ackerland verwandelt worden ist, hat man periodisch die Hagelwetter jährlich am Ende des Frühlings und im Anfange des Sommers gesehn, und oft von schrecklich verwüstenden Wirkungen. Er sieht die Bäume als Elektricitätsleiter an, und meint, mit der Elektricität wäre das zur Bildung des Hagels Nothwendige abgeführt worden. Genügender werden wir glauben, über dem entkleideten Abhang habe sich ein verderblicher aufsteigender Luftstrom gebildet. Auch ist ein sanfter Abhang in Nordwest solcher Wirkung noch mehr ausgesetzt, als selbst die Fläche; denn die Sonnenstrahlen der höheren Breiten fallen senkrechter darauf.

Das Gewitter, welches durch solchen Luftstrom gebildet wird, muss daher von grossen Höhen herabkommen. Es giebt Physiker, welche daran zweifeln, und meinen, die Gewitter gingen in der Regel sehr tief. Ich weiss nicht warum. Alle Gewitter, welche ich in der Nähe hoher Berge habe vorüberziehen sehen, waren stets höher als die Berge, nämlich die untere Gränze der Wolke, aus welcher der Regen sich ergoss. So über dem 9000 Fuss über das Thal erhobenen Dent de Midi bei Bex. Häufig sieht man Gewitter über die Kette des Finsteraar- und des Schreckhorns, ohne dass die Berge verdeckt wären. Freilich erzählen nicht selten Reisende, welche vielleicht eben nicht gewohnt sind Berge zu besteigen, sie hätten Gewitter unter ihren Füssen gesehen und den Donner tief unten gehört. Die Sache ist möglich; allein wenn man die gewöhnlichen Erzählungen solcher Thatsachen genau untersucht, so beruht die Meinung auf Täuschung. Man glaubte unter den Füssen, was man sehr entfernt sah. Hirten der Alpen haben mich dagegen versichert, dass sie solche Gewitter unter den Füssen nicht kennen. Wenn auch die Blitze aus den mittleren Zonen so gut hervorgehen, als aus der obersten Wolke, und vielleicht noch eher und stärker, denn der stärkere Niederschlag des Dampfes mag unten noch weit mehr Elektricität entbinden, so befindet man sich denn doch nicht mehr über dem Gewitter, sondern darinnen, und das geschieht auf Bergen nicht selten.

Eben in diesem hohen Aufsteigen der sehr erwärmten Luftschichten liegt wahrscheinlich die Ursache, warum warme, geschlossene, Cretin erzeugende Thäler, wie Wallis und Aosta, vom Hagel verschont sind. Sie sind gleichsam von der übrigen Atmosphäre getrennte Gefäße. Die Luft, welche im Thale aufsteigt, kann nicht von ferne her ersetzt werden. Der allgemeine Nordwind dringt in das Thal nicht. Die kalte Luft schiefst daher von oben an den Seiten der Berge herunter, und der Raum, den sie oben an den Gipfeln verläfst, mufs von der gestiegenen Luft ausgefüllt werden. Daher strömt die gestiegene Masse aus der Mitte des Thales zu beiden Seiten gegen die Gebirge. Diesen Zug verstärken überdies ansehnlich die grofsen Schneemassen und Gletscher, durch welche die Luft mehr erkältet wird, als es der natürlichen Progression der Wärmeabnahme zukommt. Sie sinkt also an sich schon herab, und zieht die Luft von der Mitte des Thales an sich. Hier erkaltet, tritt der Dampf als dichter Nebel hervor. Wolken bilden sich an den Bergen jeden Tag, im Verhältnifs als die Sonne in das Thal eindringt und die Wärme des Tages heraufsteigt. Am Nachmittag ist es häufig ein Gewitter, das aber nicht wieder über das Thal zurück, sondern meistens über die Bergreihe hin, mit allgemeinen Winden weiter fortgeht. Der vom Thale noch immer aufsteigende Strom würde sich dem allgemeinen Strome widersetzen, käme die Wolke zurück, und wäre hierzu seine Elasticität zu schwach, so würde seine Wärme die Wolke auf das Neue auflösen, und sie abermals als Dampf zurückschicken. — Es ist möglich, dafs hierdurch die Wolken an den Bergreihen hin bis zum Ausgang der italienischen Thäler geführt werden, vorzüglich da auch die auf den Flächen am Ausgange aufsteigende Luft von den Bergen herunter ersetzt werden mufs; es liefse sich dem Procefs auch im Einzelnen ganz wahrscheinlich nachgehen, und dadurch wäre der fast stets fallende Hagel dieser Gegend begreiflich. Jedoch ist dieses Erklären wenig rathsam, so lange die wichtigeren Umstände des Phänomens unbekannt sind. Denn man weifs nicht, ob diese hagelbringende Wetter von der Seite der Bergreihe kommen, oder von der Ebene her.

Mögen aber die Erscheinungen nach dieser Ansicht in noch so genauem Zusammenhange mit einander zu stehen scheinen, so würde man sie doch gänzlich verlassen müssen, wären die Einwürfe durchaus nicht zu heben, welche De Luc bewogen haben, ein ganz neues System zu erdenken, in dem zwei unbekannte, den Sinnen entweichende, noch nie einzeln gefun-

dene Stoffe die Hauptrolle spielen, und in welchem der Zusammenhang der Erscheinungen unter einander eben nicht deutlich hervorgeht. Ich werde es nicht unternehmen dürfen, den Schleier dort zu heben, wo ein De Luc völlige Dunkelheit zu sehen glaubte; allein es kommt mir doch vor, als wären viele der von ihm angeführten Thatsachen einer anderen Zusammenstellung wohl fähig, und dann verschwindet, wie mir scheint, um Vieles die Schwierigkeit, mit der einfachen Theorie der Dämpfe in der Meteorologie auszureichen. De Luc's Haupteinwürfe lassen sich, glaube ich, in drei verschiedenen Thatsachen zusammendrängen, welche alle drei gleich stark die Unzulänglichkeit der Dampfatmosphäre beweisen würden, um aus ihnen die Entstehung der Meteore abzuleiten.

1) Es bilden sich die Wolken plötzlich und schnell in einer Höhe, und in einer Luft, welche vorzüglich trocken ist. In der Nähe der Wolke, ja bis zu ihrem Rande zeigt das Hygrometer keine Feuchtigkeit an, aber sogleich den höchsten Grad, sobald man die Bläschen der Wolke berührt. — Es entsteht daher die Wolke nicht durch Niederschlagung des Dampfes, weil dieser doch nothwendig erst alle Zwischengrade bis zur höchsten Feuchtigkeit hätte durchlaufen müssen, und weil sich in der Wolke mehr Wasser befindet, als die trockene Luft hätte geben können. Aus solchen Wolken und aus solcher Luft fallen aber Platzregen nieder.

2) Im gewöhnlichen Laufe eines schönen Tages geht das Hygrometer jederzeit weit mehr der Trockenheit zu, als es vermöge der vermehrten Wärme thun dürfte. Es verschwindet daher der Dampf und entzieht sich der Beobachtung.

3) Es fällt ungleich mehr Regen auf den Boden, als aller Dampf in der Atmosphäre zu liefern vermöchte. Das Wasser entsteht daher nicht bloſs aus dem Dampf, sondern noch von einer unbekannten Ursache her.

Es ist nicht zu leugnen, daſs man bei dem ersten dieser Gründe wohl Ursache hat, stutzig zu werden. Ein Mann, so vertraut mit dem, was auf den Gipfeln der Berge vorgeht, beruft sich zugleich auf die Erfahrung aller, welche mit Aufmerksamkeit auf Bergen verweilt haben. — Doch bei näherer Betrachtung fällt es gar zu sehr auf, wie doch diese Beobachtung recht unvollkommen beschrieben ist, und wieviel wesentliche Nebenumstände nicht angegeben sind, wie etwa, das vielleicht recht häufig vorgehen mag,

als nie fehlendes beständiges Phänomen angeführt ist. — Wäre man auch nicht auf Bergen gewesen, wenn der Südwest anfängt die langen allgemein die Fläche bedeckenden Wolken hervorzurufen, die zuerst die Seiten der kälteren Berge umgeben, so würde man doch schon aus dem Gange des Hygrometers der Fläche, unabhängig von seinem gewöhnlichen Gange am Tage, man würde aus der Art des Hervortretens der Wolken in der Höhe schon schliessen, daſs diese zum wenigsten sich nicht in einer trocknen, sondern in sehr feuchter Luft bilden. Auch hat wohl De Luc nicht gemeint, daſs die Luft der Höhe, unabhängig von den Wolken, niemals höhere Feuchtigkeitsgrade erreiche, daſs daher jede Wolke in trockner Luft sich bilden müsse. Er scheint nur zu glauben, dies letztere sei vorzüglich bei Gewittern der Fall, also in einem Zustande der Atmosphäre, in welchem allgemeine Winde wenig bemerkbar sind. — Nun lassen sich aber in solchem Zustande eine groſse Menge Fälle erdenken, in welchen das von De Luc beschriebene Phänomen sich äuſsern wird; und zu solchen Fällen wird man doch immer lieber zurückgehen, wenn sie der Möglichkeit nur nicht widersprechen, ehe man nach unbekannten Ursachen und verwickelten Hypothesen greift. Es sei z. B. Fig. VIII. ein umschlossenes Thal, das sehr stark erwärmt wird. Die Luft steigt von a nach b, und wird durch Luft von oben herunter ersetzt. Gewöhnlich strömt diese letztere durch die spaltenähnlichen Oeffnungen der Seitenthäler mit sehr empfindlichem Zuge, und verbreitet sich von hieraus über das Hauptthal; welches allen denen sehr merkbar und sehr erinnerlich ist, die bei heranrückendem Tage im Hauptthale des Wallis vor den Spalten der Seitenthäler vom Anceindaz, von Hérin, von Anivier vorbeireisen. Am Abend hört dieser Wind auf; und nur am späteren Morgen erhebt er sich wieder. In die Seitenthäler selbst kommt die Luft von oben herunter. Das ist die Ursache einer jedem Alpenbewohner sehr bekannten und sehr nutzbaren Erfahrung. Soll nämlich das Wetter schön bleiben, so muſs es Thal ab blasen; Thal auf aber beweist eine Störung des gewöhnlichen Kreislaufes, das Eindringen eines allgemeinen regenbringenden Windes. — Der niedersinkende Strom sei fode, und auf der Höhe in c finde sich ein Beobachter. Die Wolke in b wird gegen die Eisfelder in f gezogen. Ein kleines Lüftchen, durch so viele verschiedene, sich verdrängende einzelne Luftströme gebildet, kommt mit dem Dampf in h dem Beobachter in c zu, und in die niedersinkende kalte Luftsäule hinein. Schnell wird der Dampf h den in dieser Temperatur

kurzen

kurzen Weg von der großsen Trockenheit bis zur Nebelbildung durchlaufen, und schnell in einer größseren Trockenheit oder in einer höheren Temperatur wieder verschwinden. Da mag wohl das Hygrometer ganz nahe an der Wolke noch eine große Trockenheit anzeigen. Daſs die Wolke in derselben Luft entstanden, und in derselben Luft kurz darauf wieder verschwunden sei, wie De Luc sagt, hat man wohl Grund zu bezweifeln. Denn solche Ruhe ist an schönen Tagen im Luftmeere nirgends, und an bedeckten und Regentagen noch weniger. Daſs aber stets die Wolken an heiteren Tagen von solcher Trockenheit umgeben sind, ist ebenfalls nicht erwiesen und nicht glaublich. Saussure (Hygrom. p. 377.) erzählt im Gegentheil ganz ausdrücklich, wie er oft, das Hygrometer in der Hand, das allmählige Fortschreiten des Instruments zum gröſsten Feuchtigkeitsgrade beobachtet habe, je mehr er der Wolke sich näherte, bis es endlich in der Wolke selbst den höchsten Grad erreichte. — Daſs nun aus solcher Wolke und aus solcher Luft Platzregen fallen, ist wieder nicht sehr zu glauben. Nebel und Platzregen sind Dinge, welche wir gewöhnlich in unserer Vorstellung nicht vereinigen, und die Natur thut es wohl eben so wenig.

Ist im Verlaufe des Tages das Fortschreiten des Hygrometers zur Trockenheit gröſser, als die vermehrte Temperatur es erlaubt, so scheint es doch wahrlich natürlicher und einfacher anzunehmen, daſs durch die Bewegungen in der Luft, welche die gröſsere Wärme hervorbringt, trocknere Luft angezogen werde, und das um so mehr, je höher die Temperatur, je lebhafter die erwärmte Luft in die Höhe steigt; es komme nun diese trockene Luft von oben oder von Norden herunter; — einfacher wird gewiſs solche Annahme seyn, als diese Erscheinung zum Hauptbeweise einer uns ganz unbekannten und nicht begreiflichen Verwandlung des Wassers in Luft zu erheben, um so mehr, wenn wir bedenken, daſs der an schönen Tagen sich erhebende Nordwind eine Thatsache ist. Da er sich erwärmt, so nimmt seine Dampfcapacität zu, und das Hygrometer muſs zurückgehen.

Aber, sagt endlich De Luc, Fluthen von Regen, Tausende von Centnern, commentirt Lichtenberg, fallen aus der Atmosphäre auf den Boden. Es ist fast lächerlich, zu glauben, daſs so ungeheure Massen sich durch Verminderung der Temperatur einer Luftschicht um wenige Grade

niederschlagen können, da wohl die ganze Atmosphäre nicht so viel Wasser in Dampfform enthält.

Das muſs nun freilich eine Berechnung entscheiden. Um die Sache im Allgemeinen etwas übersehen zu können, da sie freilich gänzlich entscheidet, was man mit der bloſsen Dampftheorie vermöge, habe ich eine solche Berechnung versucht.

Es fange aus einer Höhe von 7200 Fuſs an zu regnen. Das ist gar keine bedeutende Höhe für einen Regen im Sommer. Im Gegentheil, kaum werden je in dieser Jahreszeit so niedrig die Regenwolken stehen. Gewitterwolken gehen weit über die Höhe des Montblanc bis über 14000 Fuſs hin. Die Wärme der Höhe nehme im arithmetischen Verhältnisse ab, 120 Toisen auf einen Grad Reaumur, wie das im Sommer ohngefähr so seyn wird. Die Temperatur unten am Boden sei 22 Grad Reaum., so ist sie auf der Höhe 10 Grad Reaum. niedriger oder 12 Grad.

Nach diesen Annahmen und der von La Place angegebenen hygrometrischen Formel habe ich nun die nebenanstehende Tabelle berechnet. Sie zeigt die Elasticitätshöhe des Dampfes für jeden halben Grad Aenderung. Das Gewicht des Dampfes, wenn er in der ihm zukommenden Temperatur im Maximo ist. Dann endlich das Gewicht dieses Dampfes in einer Schicht von 360 Fuſs, welches die zu einem halben Grade Temperaturänderung gehörige Höhe ist. Diese einzelne Schichten summirt geben als Resultat für die unter diesen Umständen auf einen Quadratfuſs Grundfläche ruhende Wasseratmosphäre (das Gewicht eines Pariser Kubikfuſses Wasser zu 639,590,4 Gran gerechnet) 1,743 Zoll oder 20,952 Linien Wasser. — Das ist wohl 6mal, und in den bei weitem häufigsten Fällen wohl 10mal so viel, als wirklich fällt. Denn es ist schon ein für uns ganz ungewöhnlicher Regen, wenn er auf einmal bis zur Höhe von 3 Linien steigt. — Das Wasser, welches niederfällt, kann also wirklich als Dampf vorhanden seyn. Aber der Dampf in den Schichten wird nie im Maximum stehen, und auſserdem wird nur ein kleiner Theil dieses Dampfes durch die wenigen Grade der Temperaturänderung sich niederschlagen. Demohnerachtet doch immer noch genug, um vollkommen Alles zu liefern, was Gewitterregen auf dem Boden verbreiten. — Es sei der hygrometrische Zustand der Atmosphäre 4 Grad

vom Condensationspunkt, und, der gröſseren Einfachheit der Berechnung wegen, dies in der ganzen Höhe der Luftsäule gleich. Das Saussuresche Hygrometer wird dann einige 80 Grad stehen, welches noch nicht eben eine sehr bedeutende Feuchtigkeit ist. Dann ist es so gut, als finge man, statt bei 22 Grad Temperatur, bei 22 — 4 = 18 Grad R. an zu rechnen, bis 8 Grad hinauf. Die Temperatur sei nun nach dem Gewitter bis 14 Grad erkältet, welches ebenfalls selten die Gränze der Erkältung seyn mag. Es wird nun aus der Luftsäule aller Dampf niedergefallen seyn, der zwischen 18 und 8 und zwischen 14 und 14 — 10 = 4 Grad enthalten ist. Nun ist, nach der Tabelle, die Summe der Dampfmenge von 18 bis 8 Grad = 69341,1 Gran
von 14 — 4 Grad = 51433,6 —
Differenz 17907,5 Gran.

Das ist $\frac{17907,5}{639590,4}$ Fuſs Wasserhöhe, oder 4,032 Linien. —

Dies ist die Höhe, welche bei so mäſsigen Annahmen in einem Augenblicke herabfallen kann. Ein schöner Platzregen, den wir leicht für eine Sündfluth halten würden, käme er auf einmal herunter! —

Wenn es im Frühjahr oder im Herbst den ganzen Tag geregnet hat, alles von Wasser durchdrungen ist, neue Bäche überall von den Bergen herabstürzen und verwüstend die Thäler überschwemmen, so erschrickt man vor dieser Fluth, und meint freilich, solche Begebenheit müsse ein sich allen uns bekannten Gesetzen entziehendes Naturphänomen seyn. Nicht wenig ist man alsdann überrascht, wenn unmittelbare Beobachtungen erweisen, daſs solche Regen niemals die Höhe von 12 Linien in einem Tage erreichen. — Am 15ten December 1801 fielen in Genf 18 Linien. Das war die gröſste Menge, welche man je gesehn hatte. Am 22sten September 1801 waren in Genua 18,6 Linien Regen gefallen, und man hielt diese Höhe dort für ein wenig erfahrnes Extrem. — Man darf nicht übersehen, daſs dies nicht Regen weniger Minuten sind, sondern die Höhen des Tages. Es sind Regen, welche durch Erkältung des heftigen Süd- und Südwestwindes sich niederschlagen. In jedem Augenblick erscheint neue Luft aus den wärmeren Zo-

nen, und mit ihr eröffnet sich in jedem Augenblick ein neuer Regenquell. Herr Gilbert hat aus den Schallversuchen der Pariser Akademiker berechnet, dafs der damals wehende Südwind mit einer Geschwindigkeit von 55 Fufs fortlief. Das war noch kein Sturm, wie die Regenwetter des Herbstes. Nun ist aber Luft von dieser Geschwindigkeit, kömmt sie nach Genf, vor 24 Stunden bei Malaga und Carthagena gewesen, vor zwei Tagen über den Numidischen Flächen. Ein solcher Wind bei Berlin hätte vor zwei Tagen die Nähe der Canarischen Inseln berührt. Er mag auf dem Wege nur wenig Ueberschufs sich erhalten, von der grofsen Differenz seiner Wärme, mit welcher er die niederen Breiten verlassen hat, und er wird zollgrofse Regen noch bis Petersburg und bis Archangel hin ergiefsen können. — Wie wenig gegründet, bei solcher Geschwindigkeit des Windes, De Luc's Einwendung ist, es müsse stets in der Nacht regnen, oder doch ungleich mehr, als am Tage, ist einleuchtend. Auch zeigen die Beobachtungen hinreichend, wie die Stärke des Windes so sehr auf die Temperatur wirke, dafs es sogar oft im Herbst oder im Frühjahr in der Nacht wärmer ist, als am Tage.

Ich gehe in diesen Betrachtungen nicht weiter fort. Denn ich glaube, sie geben Grund genug zu vermuthen, die Theorie des Regens und der Meteore aus der einfachen Niederschlagung des Dampfes durch Erkältung möge sich wohl noch gegen De Luc's Angriffe erhalten, vielleicht wohl mit der Zeit siegreich hervorgehen können. Nur eine Anmerkung über das auffallende Phänomen der grofsen Trokkenheit oberer Luftschichten werde ich mir noch erlauben, vorzüglich, weil auch dies von De Luc als ein Beweis der Verwandlung des Dampfes in Luft angeführt wird.

Es sind uns vorzüglich drei Ursachen bekannt, durch welche in den oberen Schichten die Menge des Dampfes geringer ist, als in den unteren. Wegen ihrer verminderten Temperatur. Wegen verminderter Dichtigkeit des Dampfes vermöge des Mariottischen Gesetzes. Wegen gröfserer Entfernung von der Feuchtigkeitsquelle. Nur die beiden letzteren Gründe würden auf den niederen Stand des Hygrome-

ters einwirken können. Aber ihr Einfluſs ist noch nie gehörig untersucht worden. Wenn man jedoch sieht, wie auch untere Schichten auf Feldern, noch mehr auf Sandstrecken, so viel trockner sind als über Wiesen und Morästen; wenn man im Herbste den Lauf der Flüsse bis zu ansehnlicher Höhe durch Nebel darüber bezeichnet sieht; wenn man selbst in Glocken den gröſsten Feuchtigkeitsgrad nur dann zu erreichen glaubt, wenn man die Glocke überall an ihren Wänden befeuchtet, und sich nicht mit einer bloſsen Wasserschicht am Boden begnügt: so muſs man sich wohl überzeugen, wie viel Zeit und Bewegung dazu gehören müsse, den Dampf gleichförmig bis zu hohen und von feuchten Flächen sehr entfernten Schichten in der Atmosphäre zu verbreiten. Man sollte sich gewiſs nicht mehr verwundern, daſs es auf dem Montblanc trockner ist, als der Hygrometerstand unten, vereinigt mit der Temperatur oben, und das Mariottische Gesetz es verlangen. Ehe der Dampf bis dort oben heraufdringt, wird er theils weiter geführt, theils als Wasser, als Regen, zu neuer Fruchtbarkeit anderen Erdschichten wiedergegeben.

Und so mögen wir immer Du Carla's Theorie der Gewitter und die daraus folgende Theorie des Hagels als der Natur nicht ganz widersprechend ansehen. Sie haben zum wenigsten den Zusammenhang so vieler einzelnen Erscheinungen für sich, die sich leicht als Ursach und Wirkung verbinden; und, wie es mir scheint, in weit höherem Grade, als jede andere über diese Phänomene geäuſserte Meinung. Es lieſsen sich aus ihr sogar einige praktische Vorschriften ziehen, den schädlichen Wirkungen des Hagels zu entgehen, die vielleicht der Aufmerksamkeit der höheren Policei nicht ganz unwürdig sind. — Man hat Hagel-Assekuranzen gebildet, deren Direktionen sich sorgfältig nach jedem Hagelwetter ihres Distrikts erkundigen, weil die Reklamationen über Hagelschaden zum Theil durch solche Berichte bestimmt werden. — Wenn nun jedes Hagelwetter auf solche Art verfolgt würde, man bezeichnete die Breite des Phänomens, und trüge seinen Lauf auf eine Karte, so würde man bald finden, wo es entstanden ist. Fände es sich, wie das wohl möglich ist, daſs mehrere dieser Hagelstreifen nach demselben Punkt zurückführten, so wäre offenbar

an diesem Punkt eine physische Ursache der Hagelentstehung vorhanden. Vielleicht eine Stelle, welche im Sommer weit mehr als die umherliegenden erwärmt wird, und daher einen schnellen aufsteigenden Strom bildet. Ein wüster Sandfleck, oder eine baumleere Stelle in Wäldern. Ist man davon überzeugt, so würde eine Verdeckung, eine Bepflanzung dieses Ortes alle Hagelwetter von dortaus, und vielleicht das Unglück von ganzen Provinzen, verhüten.

Tabelle

über die Elasticität und das Gewicht des Wasserdampfes im Maximum, in einer vertikalen Luftsäule, in welcher die Temperatur arithmetisch abnimmt, 1 Grad R. auf 120 Toisen.

Das Gewicht eines Kubikfuſses Wasserdampf bei 28 Zoll Elasticität zu 500 Grains gerechnet. Denn, nach **Lavoisier**, wiegt Luft unter 28 Zoll und eiskalt 1 Unze 3 Drachmen 3 Gran oder 795 Grains, oder bei 10 Grad 800 Gran. Und nach **Gay Lussac** ist die Schwere des Dampfes zu der Schwere der Luft wie 0,625 : 1.

Die Elasticitäten sind nach der von **La Place** angegebenen und von Herrn **Tralles** etwas in der Form veränderten Formel berechnet

log. vulg. $p = -0{,}55516 + 0{,}033008\,\theta - 0{,}0000978\,\theta^2 \cdot \frac{15}{16}$ Pariser Zoll.

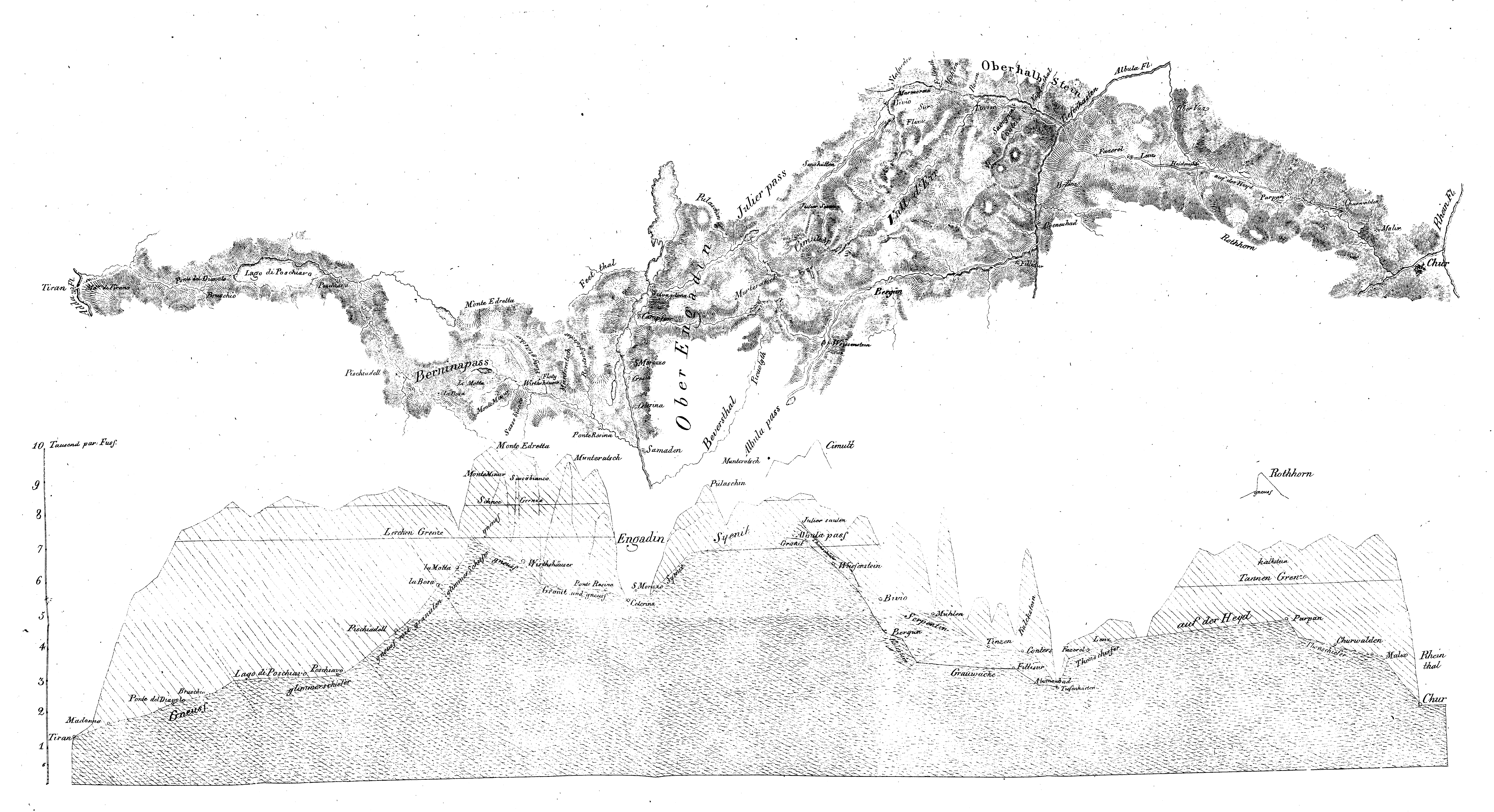
worinnen p = die gesuchte Elasticität,

θ = die Temperatur nach Reaumur weniger 10 Grad.

	Temperatur nach Reaumur.	Elasticität.	Gewicht eines Kubikfuſses.	Gewicht des Dampfes in einer Schicht von 360 Fuſs Höhe.
	Grade.	Pariser Zoll.	Grains.	Grains.
1	22	0,9994	17,85	6426
2	21,5	0,96262	17,19	6188,4
3	21	0,92967	16,604	5977,4
4	20,5	0,89663	16,013	5766
5	20	0,86517	15,452	5564
6	19,5	0,83455	14,9	5364
7	19	0,80529	14,38	5176,8
8	18,5	0,77682	13,872	4994,6
9	18	0,749[illegible]3	13,38	4816,8
10	17,5	0,72254	12,9	4644
11	17	0,69672	12,44	4479

	Temperatur nach Reaumur.	Elasticität.	Gewicht eines Kubikfusses.	Gewicht des Dampfes in einer Schicht von 360 Fuss Höhe.
	Grade.	Pariser Zoll.	Grains.	Grains.
12	16, 5	0, 67177	11, 998	4319, 3
13	16	0, 64845	11, 58	4168, 8
14	15, 5	0, 62305	11, 127	4005, 7
15	15	0, 60174	10, 747	3869
16	14, 5	0, 57987	10, 356	3728, 2
17	14	0, 55881	9, 98	3592, 8
18	13, 5	0, 53843	9, 61	3459, 6
19	13	0, 51994	9, 25	3330
20	12, 5	0, 49971	8, 92	3213
21	12	0, 4813	8, 6	3096
22	11, 5	0, 46355	8, 28	2980, 8
23	11	0, 44742	7, 99	2876, 4
24	10, 5	0, 42482	7, 587	2731, 3
25	10	0, 4138	7, 39	2660, 4
26	9, 5	0, 39851	7, 117	2561, 2
27	9	0, 38273	6, 84	2464, 2
28	8, 5	0, 3652	6, 532	2344, 7
29	8	0, 3558	6, 454	2323, 4
30	7, 5	0, 34268	6, 12	2203, 6
31	7	0, 32935	5, 88	2117, 5
32	6, 5	0, 31804	5, 679	2044, 4
33	6	0, 30644	5, 417	1950
34	5, 5	0, 29427	5, 256	1892
35	5	0, 28459	5, 08	1829, 8
36	4, 5	0, 2743	4, 898	1763, 4

Bemer-



Tiran
Lago di Poschiavo
Ponte del Diavolo
Bruschio
Poschiavo
Monte Edretta
Feet thal
Berninapass
Pischadell
la Motta
Wirthshäuser
Ponte Rosina
S. Morizzo
Celerina
Samaden
Ober Engadin
Beversthal
Albula pass
Julier pass
Pulaschin
Cimult
Munteratsch
Bergün
Weissenstein
Oberhalb Stein
Albula Fl.
Bivio
Tinzen
Conters
Tiefenkasten
Ober Vaz
Fuzerol
Lenz
Heidmatte
auf der Heyd
Parpan
Churwalden
Malix
Rothhorn
Rhein Fl.
Chur
10 Tausend par. Fuss
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
Madonna
Gneuss
glimmerschiefer
gneuss mit granaten glimmerschiefer
Lerchen Grenze
Schnee Grenze
Monte Minur
Sasso bianco
la Bosa
Granit
Ponte Rosina und gneuss
Engadin
Syenit
Julier saulen
Granit
Albula pass
Bivio
Serpentin
Mühlen
Grauwacke
Filisur
Alveneubad
Tiefenkasten
Fuzerol
Thonschiefer
kalkstein
Tannen Grenze
Rhein thal

Bemerkungen

über

das Berninagebirge in Graubündten.

Von Herrn L. v. Buch *).

Das Profil der Alpen über den **Bernina**, vom **Veltlin** nach **Bündten**, ist wenig bekannt. Noch hat man keine Höhe dieser Strafse bestimmt, oder der Berge und Gletscher, welche diese Thäler beherrschen; und auch die Lage der Thäler gegeneinander ist auf den besten Karten so fehlerhaft vorgestellt, dafs selbst eine, nur nach dem Augenmaafs entworfene Zeichnung, wie ich sie hier vorlege, einer ganz anderen Gegend zu gehören scheint. — Doch ist die Kenntnifs dieses Passes in mehr als einer Hinsicht zur Kenntnifs der Zusammensetzung der Alpen von grofsem Interesse, und somit kann seine Beschreibung der ganzen Geognosie nicht unwichtig seyn.

Es läuft in den Alpenreihen eine Kette in der Mitte fort, welche gröfstentheils aus krystallisirten (primitiven) Gesteinen gebildet wird, welche man deshalb die Centralkette zu nennen gewohnt ist. Man findet sie auf den Karten leicht, wenn auch hin und wieder einige beträchtliche Arme sich davon trennen. Denn sie bildet fast überall zugleich den Wassertheiler, und ist sie auch zur Tiefe der Alpenpässe gesunken, so erhebt sie sich doch bald wieder zu ewigen Schneemassen und Gletschern. — In der Ge-

*) Vorgelesen den 30. Junius 1814.



gend des Bernina hingegen geräth man in Verlegenheit sie zu finden. Ein grofses Thal, das Engadin, zieht sich hier zwischen zwei gleich hohen, gleich bedeutenden Ketten fort. Man fragt: welche von beiden ist die Fortsetzung der Centralkette? Verfolgt man sie vom Gotthardt aus, so ist man sehr bestimmt, die Reihe für die vorzüglichere zu halten, über welche die Pässe des Septimer, des Julier, der Albula, der Scaletta hinlaufen. Allein der Inn, welcher hiernach italienischen Meeren zulaufen sollte, wendet sich gegen Norden, und statt die südliche Begränzung primitiver Gesteine zu bilden, sieht man ihn durch ganz Tyrol am Fufs mächtig hoher, neuerer Kalkketten. — Dagegen führt auch wieder die Kette des Bernina ununterbrochen mit Gletscherspitzen und Schneefeldern bis hoch über die Ufer des Comersee's, wo sie südlich von Chiavenna plötzlich abfällt, und jenseit des tiefen Thales durchaus nicht mehr fortzusetzen ist. Das Alpengebirge ist also hier offenbar unterbrochen, zersplittert. — Ob eine so bedeutende Veränderung auch in den zusammensetzenden Gebirgsarten bemerkbar seyn möge: ob in ihrer Ordnung und Lagerung? und wo und auf welche Art der Zusammenhang beider Ketten sich wieder herzustellen scheint, das mufs aus der genauen Aufzählung der Thatsachen hervorgehen, und aus der Kenntnifs ihrer Folge hintereinander.

Von der Messung der Höhen des Berninapasses.

Ich habe mich eines Pistorschen Barometers zu diesen Messungen bedient, welches nach Art der Marine- oder Englefieldschen Barometer eingerichtet war; in welchem das *Niveau* durch das bekannte Verhältnifs des Durchmessers der Büchse zum Durchmesser der Röhre berichtigt wird. Herr Horner in Zürich hatte während des Sommers 1812 an vielen Stunden des Tages meteorologische Beobachtungen angestellt, in der freundlichen Hinsicht, den in den Sommermonaten mit Barometern in der Schweiz Reisenden zu correspondirenden Beobachtungen zu dienen; diese habe ich denn auch als solche benutzt, vor und nach meiner Rückkunft aus Bündten das meinige mit dem Hornerschen Barometer verglichen, und die Beobachtungen nach der Differenz corrigirt. Da aber nicht selten die Atmosphäre in engen Thälern, theils durch Wärmeausdehnung und aufsteigende Luftsäulen,



theils durch verschieden zusammenstoſsende Winde, anderen und schnelleren Bewegungen folgt, als in den Ebenen, so ist es fast sicherer, verläſst man die Umgebung des Thales nicht, oder kommt man wohl gar im Verlaufe des Tages an den Anfangsort wieder zurück, sich der eigenen Beobachtungen zu correspondirenden zu bedienen, und die Wärme der Luftsäule zwischen beiden Stationen nach Wahrscheinlichkeiten zu schätzen. Das habe ich einigemal gethan, vorzüglich wenn nur eine Beobachtung irgend eines Punkts zu benutzen war. Daher glaube ich, daſs die folgenden Höhen von der Wahrheit wenig abweichen mögen. Sie mit anderen Beobachtungen in den Alpen vergleichbar zu machen, war die genaue Bestimmung irgend eines Ortes über die Meeresfläche nothwendig. Viele Höhen-Angaben in der Schweiz sind nur deshalb so wenig mit einander übereinstimmend, weil man sich nicht über die Höhe des Ortes, von dem man ausging, verständigt hatte. Der See von Zürich war in dieser Hinsicht nur unvollkommen bestimmt. Genauer und wirklich zuverlässig scheinen die Berechnungen des M. Roesch, damals in Marchlins, welche im Churer Sammler bekannt gemacht worden sind. Aus $3\frac{1}{2}$jährigen fortlaufenden Beobachtungen findet er die mittlere Barometerhöhe von Chur 37 Fuſs über der Plessur 26 Zoll 3,07 Linien, die mittlere Temperatur 7,1 Gr. R. Er vergleicht diese Höhe nach Trembley'scher Formel mit der von Schuckburgh angegebenen Höhe am Meere von 28 Zoll 2,24 Linien, welche mit Toaldo's und Chiminello's Bestimmungen für das Mittelländische Meer übereinkommen. Mittlere Temperatur 10,8 Gr. R. — Daraus ergiebt sich nach allen Correctionen die Höhe von Chur über die Meeresfläche zu 1837 Fuſs.

Nun folgt aus dem Mittel von vier an sehr verschiedenen Tagen angestellten Beobachtungen, die unter sich nicht sehr abweichen, eine Erhebung von Chur über Zürich von 560,475 Fuſs; aus Beobachtungen, welche ohngefähr in gleicher Höhe gemacht worden sind, als die von M. Roesch benutzten. Daher würde Hrn. Horner's Zimmer in Zürich 1276,5 Fuſs über dem Meere liegen. Da aber dieses Zimmer, nach Wahlenberg's Angabe in *Flor. Helvet.*, 45 Fuſs über dem See liegt, eine Bestimmung, die wahrscheinlich von Hrn. Horner selbst herrührt, so würde hiernach der See von Zürich 1231,5 Fuſs über die Meeresfläche erhöht seyn. Wahlenberg setzt diese Höhe auf 1252 Fuſs, welches kaum verschieden genannt werden kann. Mittlere Beobachtungen in Zürich geben 1201 Fuſs Seehöhe

nach Hornerschen Tafeln; das mag vielleicht etwas zu wenig seyn, so wie die älteren Angaben von 1278 Fuſs den See zu hoch setzen mögen.

Die Höhen des Berninaprofils würden also nach folgender Tafel in ihrer Reihenfolge bestimmt werden müssen. Sie sind nach Oltman's hypsometrischen Tafeln berechnet.

	Par. Fuſs.
1. Tirano . .	1381
2. Madonna di Tirano	1441
3. Ponte del Diavolo über der Via Mala .	2434
4. Bruschio Kirche .	2648
5. Lago di Poschiavo	2962
6. Poschiavo .	3094
7. Pischiadell .	4518
8. La Rosa . .	5775
9. La Motta . .	6138
10. Lerchengränze .	6927
11. Bernina Scheideck des Weges . .	7181
12. Bernina lago bianco	6799
13. Bernina Wirthshäuser	6205
14. Lerchengränze über Bernina . .	6970
15. An der Brücke des Flatybachs .	5675
16. Monte Minu .	8923
17. Munteratsch .	9440
18. Lerchengränze am Munteratsch .	7108
19. Ponte Resina Kirche	5400,2
20. Cresta Ober-Engadin	5231,6
21. St. Mauriz untere Flugi	5571
22. Brücke über den Inn nach dem Sauerbrunn von St. Mauriz . .	5391
23. Lerchengränze an der Südseite des Thales über dem Sauerbrunnen	6983
a. Ueber der Albula.	
24. Schon tief unter Lerchengränze über Ponte . .	6688
25. Albula Scheideck	7238
26. Etwas über Lerchengränze . .	6785
27. Weiſsenstein .	6282
28. Sennhüttendorf unter Weiſsenstein .	5459
29. Brücke oberhalb Bergün . .	4876
30. Bergün . .	4264
31. Fillisur . .	3173
32. Alveneuer Bad an der Albula . .	2768
b. Ueber dem Julier.	
33. Silva plana, Ober-Engadin. See .	5469
34. Juliersäulen, Scheideck des Passes .	7631
35. Bivio Julierbrücke	5357
36. Brücke oberhalb Mühlen oder Als Molins	4758
37. Tinzen Mühle, Vall d'Err	3826
38. Conters . .	3634

39. Tiefenkasten Brücke über der Albula		2612
40. Höhe von Brienz		3483
41. Lenz		3909
42. Auf der Heid		4621
43. Parpan Scheideck		4592
44. Parpan		4585
45. Tannengränze ost. von Parpan		5669
46. Churwalden		3767
47. Malix		3435
48. Chur		1837

Das Alpengebirge ist daher sichtlich in der ostlichen Gegend von Bündten ganz vorzüglich erhaben. Bis dahin finden sich der Pässe viel, welche nicht 6400 Fuſs übersteigen, ja die meisten und die bekanntesten Straſsen über die Alpen sind unter dieser Höhe. Nur erst vom Splugen weg giebt es nirgends mehr einen Einschnitt zwischen den höheren Bergen, der unter 7000 Fuſs herabkäme. So hoch ist der Septimer.

Den Julier giebt obige Angabe 7621 Fuſs,
der Albula . . . . 7238 —
die Scaletta steigt bis zu . 8067 — nach Hrn. Escher's Bestimmung.

Und noch höher ist der unwegsame Fluelapaſs aus dem Davosthale nach dem unteren Engadin. — Die Berninakette zu übersteigen, um das obere Engadin zu erreichen, findet sich kein anderer als der Berninapaſs, alle übrigen sind Gletscherwege; und auch diese Straſse ist schon nahe so hoch, als der Weg über den groſsen St. Bernhardt.

Das Thal zwischen beiden Ketten scheint damit in Verhältniſs. Wenn man es erreicht, glaubt man kaum vom Bernina heruntergestiegen zu seyn, und würde sich nicht verwundern, sich hier zwischen Sennhütten und Alpenwohnungen zu finden. Allein ein solches Thal, das Ober-Engadin, welches in jeder anderen Lage selbst ein sehr hohes Gebirge seyn würde, und zu dem man heraufzusteigen Tagelang Zeit gebraucht hat, so bewohnt, mit so groſsen und schönen Dörfern in seiner ganzen Ausdehnung besetzt zu finden, wird allemal sonderbar überraschen. Die Gränze der Bäume läuft wenig hoch über dem Grunde an den Abhängen des Thales fort, die Alpennatur ist auf den Wiesen entwickelt, und Schneegipfel steigen von beiden Seiten ganz nahe über den grünen Alpen hervor. Doch sind es hier nicht Alpenhütten, welche die Menschen bewohnen, sondern nicht selten möchte man sie für Palläste halten, so groſs, so ansehnlich und zierlich sind die Häuser gebaut. Balkons mit künstlichen eisernen Geländern, groſse

Freitreppen, symmetrisch vertheilte Fenster über die weiſse Fläche des Ganzen, lassen keine Alpenhirten hinter solchen Mauern erwarten. Noch weniger die Menge der schnell rollenden Wagen auf ebenen und trefflich erhaltenen Chausseen im Thale fort, auf einer Höhe, zu welcher man die Saumpferde nur eben mit groſser Mühe auf schmalen Fuſswegen sich hat heraufarbeiten sehen. Ein solches Schauspiel bietet Europa schwerlich zweimal dar, und bei dieser Lebhaftigkeit und Kultur würde man die so nahe sichtliche Gränze des aufhörenden Lebens an den Bergen gern für Täuschung halten. Sie ist es aber nicht. Noch hat man in den Alpen nicht bloſs kein ähnliches, sondern überhaupt kaum ein höher bewohntes Thal gefunden; denn das Thal von Urseren am Gotthardt, welches man oft für das Aeuſserste der Bewohnung hält, weicht ihm an Höhe bedeutend; — es ist nur 4500 Fuſs über der Oberfläche des Meeres; dagegen wohnt man in St. Mauriz 5571 Fuſs hoch, und in Cresta, welches ohngefähr die Höhe der gröſseren Hälfte des oberen Engadins ist, immer noch 5031 Fuſs hoch. — Dem Klima verdankt das Thal wenig, aber alles der Anhänglichkeit an den väterlichen Boden, der Betriebsamkeit und der Freiheit seiner Bewohner.

Von der Zusammensetzung des Berninagebirges.

Wenn man von Tirano in den Engen heraufsteigt, durch welche der Poschiavino der Adda zustürzt, so sieht man sich überall von groſsen Gneuſsblöcken umgeben, in welchen der Feldspath deutlich und stark hervorleuchtet. Der Glimmer liegt nicht selten in isolirten Blättchen darinnen, wie er im Granit zu seyn pflegt, und dadurch werden denn auch viele Blöcke dem Granit ganz ähnlich. So dauert es fort, einige Meilen über Bruschio herauf, bis zum See von Poschiavo. So ist es in allen Thälern an der Südseite der Centralkette; vom Glimmerschiefer steigt man in granitähnlichen Gneuſs herab, und wird von ihm bis zum Ausgange der Thäler begleitet. Es ist der Grund des Alpengebirges; und hierdurch würde sich die Berninakette auffallend genug als die wahre Centralkette beurkunden. — An einer Brücke unter Bruschio, welche man, ohne daſs sie eben sehr auffallend wäre, die Teufelsbrücke nennt, Ponte del Diavolo, tre-

ten die festen Felsen nahe hervor und sind deutlich geschichtet. h. 3,4 mit 60 Grad fallen gegen NW.

Es scheint die allgemeine Schichtung der unteren Berge, und ist deshalb der näheren Aufzeichnung werth. Auch wird dadurch das Aufliegen des Glimmerschiefers bestimmt, den man am Ende des Sees von Poschiavo erreicht und immerfort an seinen Ufern verfolgt. Anfangs dickschuppig, dann zickzack- wellenförmig mit fortgesetztem Glimmer, endlich am Anfang des Sees mit vielen Lagern von weifsem und dunkelgrauem feinkörnigem Kalkstein, wie er im Glimmerschiefer häufig ist, zum Theil mehrere Lachter mächtig ganz rein, zum Theil nur zwei Zoll stark, mit Glimmerschiefer wechselnd, oder auch mit kleinen Quarzlagern durchzogen, und wie diese zickzackförmig gewunden. Deutlich streichen diese Schichten h. 4,4 und fallen 60 Grad gegen NW., also in das hohe Gebirge hinein. Auch dieses Erscheinen und Aufliegen des Glimmerschiefers kommt völlig mit dem überein, was man bei dem Heraufgehen am Splügen, am Gotthardt oder am Simplon bemerkt; und immer mehr mufs man in dem Glauben bestärkt werden, man habe die Hauptkette der Alpen betreten. — Der Kalkstein setzt prächtig weifs durch das Thal bei Poschiavo, feinkörnig wie der Kalkstein von Carrara, und fähig sich in gewaltigen Platten zu theilen. Doch immer ist er von glänzendem Glimmerschiefer umgeben.

Seitdem aber von Poschiavo das Gebirge schneller ansteigt, das Thal zum Pafs herauf fast zur Spalte wird, verändert sich die Masse der Felsen wieder zu Gneufs, in welchem der schuppige Glimmer den weifsen Feldspath grobflasrig umgiebt; ja oben bei Pischiadell, wo sich eine Gebirgskette eröffnet, und ostwärts des Weges eine ganze und sehr hohe Kette dem Vall Grofina zulauft, sieht man wirklichen Thonschiefer anstehen; als sei diese mit Gletschern bis im Hintergrunde des Thales bedeckte Kette aus Thonschiefer gebildet. Das scheint sie doch nicht, sondern dieser Thonschiefer scheint nur eine wenig dauernde Anomalie der herrschenden Gebirgsart. Merkwürdig aber ist es, dafs diese ablaufende Kette die Richtung ihrer Schichten verändert, und dafs diese, statt gegen Nordwest, so weit man die Gipfel verfolgen kann, nun stets gegen Nordost fallen. Das nordwestliche Einschiefsen erhält sich um so bestimmter an allen Bergen über dem Berninapafs selbst, und die der Strafse gegen Westen liegen, bis zu den beschneieten Gipfeln, welche man in Poschiavo Monti dell' Oro nennt.

Es ist diese Schichtung ein weitverbreitetes Gesetz dieses Theils des Gebirges.

Immer noch auf Gneuſs erhebt sich der Weg von Pischiadell über einer ungeheuren Schutthalde hinauf, welche von höheren Bergen auch nur Gneuſsblöcke herabbringt. Er ist dickschuppig, mit schwarzem Glimmer und glänzend, ganz wie der Gneuſs von Freyberg; doch auch noch auſserdem mit groſsen, schönen, rothen Granaten darinnen, nicht selten wie Nüsse groſs, was so häufig, sonst der feldspathreichen Gebirgsart nicht eigenthümlich zu seyn pflegt. So steigt man einige Stunden herauf bis zur letzten Wand des Gebirges, an welcher die Wirthshäuser La Rosa und La Motta gebaut sind. Da findet sich der Glimmerschiefer auf das Neue, und setzt nun fort bis zur gröſsten Höhe des Passes. — Es ist nicht zu zweifeln, daſs dieser Gneuſs nicht vom Glimmerschiefer umschlossen werde. Die Schichtung beweist es zu deutlich. Und diese Abwechslung beider Gebirgsarten findet sich noch einigemal wieder auf der Höhe des Passes.

Ich hatte auf dieser Höhe einen runden freistehenden Berg zu besteigen beschlossen, der auf der Ostseite des Passes der höchste zu seyn schien, und nicht nur eine Ansicht der ungeheuren Eismassen versprach, welche gegen Westen aufstiegen, sondern auch aller Berge und Ketten noch weiter nach Osten hin, gegen das Unter-Engadin und Tyrol. Hirten nannten ihn den Monte Minur. Er war in der That der höchste Berg der näheren Gegend, 8923 Fuſs hoch. Kleine Felsen, mit grünen und bunten Alpenkräutern bedeckt, stiegen bis zum Gipfel hinauf; kein Schnee, selbst auch nicht einmal bedeutend groſse Schneeflecke lagen oben, auſser einem langen Schneefeld am Abhang gegen die Nordseite; ohnerachtet doch diese Höhe weit über die Schneegränze heraufreicht. Aber der Berg ist rings umher von tieferen Thälern umgeben, welche von unten her durch strahlende Wärme und aufsteigende erwärmte Luftschichten auf den Schnee des Abhangs wirken und ihn zernichten. Groſse Schneefelder auf weiter erstreckten Bergen erkälten dagegen die Atmosphäre umher, und verhindern auch das Schmelzen des Schnees an den Abhängen.

An diesem Berge sahe ich häufig Gneuſs und Glimmerschiefer mit einander wechseln, nur schien der erstere doch am Ende die Oberhand zu gewinnen: er war es, der die höchste Spitze bildete, und hier umschloſs er wieder, wie am Schuttabhang über Pischiadell, recht groſse und schöne Granaten. Die Schichten schienen h 5 zu streichen, 50 Grad gegen Norden zu fallen;

fallen; die Abstürze, oder die Schichtenköpfe standen gegen Südost hinaus. Inzwischen könnte diese Richtung der Schichten in der allgemeinen Ansicht sich leicht um eine oder anderthalb Stunden vermindern. h. 4. scheint die Allgemeinere zu seyn.

Die großen Eisgebirge in Westen sind von hier aus durch die näheren Umschließungen des Berninapasses verdeckt. Man sieht nur ihre leuchtenden Gipfel über kleinere Gletscher hervorragen. Dagegen ist die Ansicht freier gegen Osten hin, wo man den Fortlauf dieser Schneekette erwartet. Allein da erscheint kein Schneegipfel mehr. Italien und das Engadin sind gegen Bormio hin nicht mehr durch Eisfelder von einander geschieden; und nur erst in weiter Ferne erscheinen Schneeberge wieder, deren Verbindung und Fortlauf von hieraus nicht zu verfolgen ist.

Eine sonderbare schmale und scharfe Reihe, ein spitzer Kegel in der Profilansicht vom Passe aus, steht dem Monte Minur nahe gegenüber, und fast unmittelbar über den drei Wirthshäusern des Bernina. Er fällt mächtig auf durch seine blendende Weiße und Schroffheit. Man nennt ihn den Sasso Bianco. Vom Gipfel fallen Kalksteinblöcke in Menge herunter und bedecken den Fuß so hoch hinauf, daß man das untere Gestein kaum noch darunter hervorragen sieht. Das ist ein dichter, hellgrauer, splittriger, und im Sonnenlicht sehr feinkörniger Kalkstein, der vom Urkalkstein gar keine Merkmale trägt, und in dem man, nach seinen Kennzeichen zu urtheilen, fast nach Versteinerungen sich umsehen möchte. In gleicher Richtung mit diesem Grat liegt westlich der Straße noch ein ähnlicher, allein kaum über 100 Fuß hoher Hügel, in welchem ein gleicher Kalkstein von unten anfängt, und bis oben hin fortsetzt. Schwer ist es zu glauben, daß diese Massen hier nicht gleichsam fremdartig und eingeschoben, und keineswegs der herrschenden Gebirgsart des Passes untergeordnet sind. Sie unterscheiden sich völlig in äußerem Ansehn, in Lagerung, in Mächtigkeit, im Fortstreichen und Form des Aeußeren von den vielen untergeordneten Kalksteinlagern der Gegend von Poschiavo.

Auch ist die umgebende Gebirgsart immer weniger von der Art, wie sie sonst wohl Kalksteinlager einschließt. Glimmerschiefer verschwindet ganz; die Gemengtheile des Gneußes trennen sich immer mehr, sie liegen körnig nebeneinander, und werden ganz zum Granit. Nur in größeren Massen tritt noch das Schiefrige hervor. Es ist daher nicht ohne Grund,

wenn man sagt, von den Wirthshäusern Bernina bis zum Dorfe Ponte Resina gehe man über Granitschichten herunter. Nur ist es ein Granit von einer ganz anderen und neueren Formation, als der, welchen man unter dem Gneuſse wieder erwartet.

Nicht weit unterhalb den Wirthshäusern Bernina kommt einer der ansehnlichsten von allen Schweizergletschern im engen Thale von den Eisfeldern des Bernina herunter; nach der Sennhütte am Fuſse heiſst er der Flatygletscher. Ich stieg hinauf, und südlich am Abhange, über Felsen und Granitblöcke fort, bis zum Gipfel des gegen 9440 Fuſs hohen Munteratsch. Da gelang es, diese groſse Masse von Eisbergen zu übersehen. Fast alles umher ist vom ewigen Schnee blendend weiſs, und hin und wieder laufen schwarze Grate, die Köpfe der Schichten, an den Abhängen fort. Der Flatygletscher zieht sich mehr als eine Stunde herauf, zertheilt sich in zwei groſse Arme von Eis, diese wieder in mehrere, und alle hängen sich endlich an den Circus von Schneegipfeln, der in weitem Umkreise dieses Eismeer umgiebt; eine Masse von Bergen, welche in der Ansicht nur noch mit dem Anblicke des Mont-Blanc und seiner Umgebungen vom Glacier de Talefre zu vergleichen seyn möchte. Der höchste Gipfel heiſst den Bewohnern der Monte Edretta; gewiſs ist er nahe an 11000 Fuſs hoch; vielleicht mehr, und zuverlässig einer der höchsten Gipfel der Alpen überhaupt. Da wo beide Hauptarme des Gletschers in scharfen Winkel zusammenkommen, steht ihnen ein schwarzer Fels entgegen. Der vom Monte Edretta sich senkende Arm reiſst unaufhörlich Blöcke von diesem Fels und führt sie mit sich in die Tiefe. Daher ist er ganz mit solchen Massen bedeckt; und sonderbar auffallend ist es nun, wie, nach seiner Vereinigung mit dem anderen Arme, die eine Hälfte des Gletschers über eine halbe Meile lang ganz schwarz bleibt, und von der blendenden Weiſse des anderen Theils in der ganzen Länge herunter scharf und bestimmt getrennt ist, wie zwei Flüsse, die mit verschiedenen Farben neben einander fortlaufen. Das beweist recht einleuchtend die allmählige, unaufhörlich fortschreitende Bewegung der Gletscher, durch den Druck von oben herunter, im Verhältniſs als ihr Ende im warmen Thale weggeschmelzt wird. Die Blöcke selbst verändern ihre Lage auf dem Gletscher nicht; nur die Unterlage von Eis ist beweglich, führt sie mit sich herunter, und häuft sie am Ende zu berghohen Morainen.

Sehr deutlich übersieht man vom Munteratsch, ohnerachtet des Schnees, die Schichtung dieser gewaltigen Massen; denn auf der Seite der Köpfe der Schichten sind die Abstürze zu steil, um auf andern Flächen als bloße Vorsprünge den Schnee zu erhalten. Diese Vorsprünge aber entstehen durch die Trennung der Schichten selbst, und laufen daher parallel in dem Streichen der Schichten fort. Aber diese Abstürze sind an allen Spitzen nach derselben Seite gerichtet, und die Vorsprünge ziehen sich alle in gleicher Richtung hin. Daher findet sich auch hier noch überall dieselbe Schichtung wieder, mit 40 bis 50 Grad fallen gegen Nordwest. Auch noch eben so bestimmt am Munteratsch selbst, und an den Spitzen, welche bis zum Engadin vorgehen, ja selbst noch an den Bergen, welche über dem Paß der Malöja und dem Septimer gegenüber liegen. Es folgt daraus, daß alles, was man vom Poschiavo herauf gesehen hat, und alles, was auf dem Berninapaß selbst vorkommt, den Gebirgsarten des Engadin untergeordnet ist. Dem schönen Gneuß des Munteratsch, so grobschiefrig und feldspathreich, hätte man ohne diese Ueberzeugung leicht ein größeres Alter zuschreiben mögen. Am ganzen Abhang des Berges bleibt er derselbe, bis an den Gipfel. In Glimmerschiefer verändert er sich dann wenigstens hier nicht, auch nicht in Granit.

Sehr sonderbar ist es, daß diese so bestimmte Schichtung sich an der Bergreihe östlich vom Berninawege, zwischen den Wirthshäusern und Ponte Resina, gänzlich verändert. Wie östlich von Pischiadell fallen hier die Schichten nicht gegen Nordwest, sondern ganz bestimmt gegen Nordost, im rechten Winkel mit jenen. Und auch die Gebirgsarten sind nicht übereinstimmend. An der Seite des Munteratsch erhält sich der Gneuß bis zum Rosetschthal; jenseit hingegen erscheint überall nur Granit, oder vielmehr Syenit, die Hauptgebirgsart des obern Engadin. Quarz, weißer Feldspath, schwarzer Glimmer und Hornblende sind in kleinkörnigem Gemenge verbunden, deutlich und schön. Und daraus besteht denn endlich auch alle steile und hohe nächste Thalumgebung des Engadin selbst, zwischen St. Mauriz und dem Rosetschthale; die Hornblende wird hier sogar noch immer häufiger, und das Gestein wird dadurch immer auffallender schwärzer, dem älteren Granit weniger ähnlich.

Wie sehr nahe dieser Syenit wirklich immer der Formation des Gneußes, oder vielleicht näher noch des Glimmerschiefers verwandt bleibe,

scheint das häufige Hervortreten beider letzteren Gebirgsarten im Thale anzudeuten; gleichsam als; bildeten sie hier den Grund des körnigen Gesteins. An dem See von St. Mauriz bei der Sägemühl erscheint unter andern der Gneufs recht grobschiefrig, mit Glimmer in Flatschen, nicht schuppig und deutlich geschichtet; auch nach Cresta herunter findet sich dieser Gneufs wieder. Und bei Celerina steht eine einzelne zerstörte Kirche auf einer kleinen Hügelreihe des ausgezeichnetsten Glimmerschiefers, mit vielem, zum Theil schuppig auf einander liegenden Glimmer. Um so mehr würde man geneigt seyn, diese Gesteine für die Unterlage des Syenits zu halten, da wirklich von Ponte herauf, auf der Strasse der Albula, im Anfange immer nur Gneufs anstehend ist, und nur erst auf der größten Höhe verändert sich alles zum bestimmtesten Granit. Die wüste Fläche des Albulapasses ist von beiden Seiten von zwei hohen, sehr steilen Felsmauern umschlossen; eine ungeheure Menge von Blöcken trennt sich von oben, und füllt dieses hohe Gebirgsthal in seiner ganzen Erstreckung; beide Schutt- und Geröllhalden begegnen sich in der Mitte der Fläche und stürzen übereinander, und mit Ueberraschung sieht man, wie sie hier, durch ihre ganz verschiedene Natur, schon von sehr weit sich unterscheidend auszeichnen. Aus vielen Hundert Schritte Entfernung kann man ganz bestimmt angeben, welcher Block von der östlichen Umgebung, welcher von der westlichen Felsreihe heruntergestürzt ist. Denn die letzteren sind graue, bemooste Granite; jene hingegen bestehen aus weissem, hellleuchtendem Kalkstein. So sind auch die Bergreihen selbst; die östliche zackig und grau, die westliche steil, fast senkrecht und auffallend weifs. Und diesem auffallenden Contrast hat wahrscheinlich die Albula den Namen zu danken. Der Granit dieser Höhen ist schön, kleinkörnig, häufig porphyrartig, mit beträchtlichen Feldspathkristallen; der Glimmer in isolirten und gehäuften Blättchen und Hornblende so wenig, dafs man an Syenit nicht sogleich denken möchte. Der Kalkstein hingegen ist so sehr weifs nur auf der Oberfläche der Felsen. Die Farbe des Innern ist dunkel rauchgrau; dabei ist er dicksplittrig im Bruch, völlig dem Uebergangskalkstein ähnlich, wie er in mancherlei Ketten Bündten durchstreicht. — Auch zeigt sich das noch deutlicher, wenn man nur wenig auf der Bündner Seite vom Albula herabsteigt. Denn schon bei dem Wirthshause Weifsenstein wechselt der Kalkstein mit Thonschiefer, und ver-

räth dadurch ganz seine Natur als Uebergangskalkstein. Er verdrängt auch bald die primitiven Gebirgsarten gänzlich. Es liegt unter dem Weissenstein ein Dorf von Sennhütten an einem Gletscherbach, der vom hohen Cimult zur Albula herabkommt. Da, ist mit vorgekommen, setzt auch der Kalkstein auf der linken Thalseite herüber, und bildet nur alle Berge und Reihen zu beiden Seiten des Thales. Diese Gränze kommt auch ziemlich mit dem überein, was in Hinsicht des Wechsels von Syenit und Kalkstein im Herabsteigen vom Julier nach Bivio zu beobachten ist. Die noch nie erstiegene, zehntausend Fuss hohe, kegelförmig und frei hoch über ihre Nachbaren hervorragende Spitze des ewig beeisten Cimult's würde dann dem Gebiet des Syenits gehören, und die Kalksteinreihe nur erst an ihrem Fusse fortlaufen.

Da nun dieser Uebergangskalkstein in so hohen Felsen das höchste Gebirge ostlich der Albula bildet, ganz dem entgegen, was man von der Centralkette erwartet; ganz im Widerspruch mit dem, was man bis dahin über Zusammensetzung der Centralkette in Savoyen, im Wallis, am Gotthardt beobachtet hat, so bestärkt man sich um so mehr in dem Urtheil, die Albulakette könne die Centralkette nicht seyn, sondern das Berninagebirge müsse allein als wesentlicher Theil der Centralkette angesehn werden.

Der Syenit, der so sehr das Obere Engadin auszeichnet, erscheint in seiner grössten Ausdehnung an den Bergen des Julier. Denn, ohnerachtet wenig Alpenpässe so breit sind, daher auch so wenig steil aufsteigend, dass sie leicht mit Wagen zu befahren wären, so scheint doch auf der ganzen Länge des Passes keine andere Gebirgsart anzustehen. Selbst die Gletscherbäche, welche in der Mitte zusammenkommen, führen von den höheren Bergen keine andere Stücken herunter. Hornblende fehlt in solchen Stücken niemals, allein auch Glimmer nicht. Beide Fossilien sind gewöhnlich in gleicher Menge mit Quarz und Feldspath verbunden. — Sobald man jedoch von den Säulen des Juliers auf dem nordlichen Abhang nur wenig Hundert Schritt herabsteigt, tritt Thonschiefer hervor, und wenig tiefer schöner silberglänzender Glimmerschiefer, mit einigen Quarzlagern; beide im Streichen von h. 2,4 mit 70 Grad fallen nach Osten. Sie fallen

daher dem Syenit zu, und verbergen sich offenbar darunter. Es kommt ein großes Thal und ein starker Gletscherbach in dieser Gegend vom hohen Cimult herunter. Jenseit des Thales bis in die äußerste Tiefe stehen weiße Kalkfelsen, wie auf der Albula, und wahrscheinlich auch derselben Kette gehörig. Der Glimmerschiefer aber bildet auch noch den Fuß dieser Berge, der Kalkstein steht deutlich darauf. Beide Gebirgsarten verschwinden wieder, weiter im Thale des Juliers nach Bivio herunter. Ueber dem Glimmerschiefer drängt sich schwarzer feinschiefriger Thonschiefer vor, dort wo ein ganzes Dorf von Sennhütten steht, und in der Höhe verdeckt die Kalkreihe eine, vielleicht noch höhere, von dunklem Serpentinstein, welcher schon unten im Thale über dem Thonschiefer aufsteigt, und nun zwischen dem Julierthale und dem Vall d'Err in steilen zusammenhängenden Bergen hinläuft, bei Bivio, bei Marmorera, bei Rofen bis Tinzen herunter alle Felsen bildet, und bei Mühlen vom Oberhalbsteiner Rhein durchbrochen wird. Diese Serpentinkette setzt gleich bestimmt noch jenseit des Oberhalbsteiner Thales fort, zwischen den Thälern von Faller und Nandro, und verliert sich ohngefähr da, wo das Ferrerathal in dem des Hinterrheins ausgeht.

Das ist der Wechsel aller Gebirgsarten, welche in den beiden Hauptketten vorkommen, die das Engadin einschliessen. Es scheint in ihrer Folge nichts zu liegen, welches mit bisherigen Annahmen sich nicht vereinbaren ließe. Von unten, von Tirano, fängt die Reihenfolge an, mit bestimmtem granitähnlichen Gneuß.

Es folgt Glimmerschiefer am See von Poschiavo.

Gneuß auf das neue von Pischiadell her; und nun noch einigemal beide Gebirgsarten im Wechsel; doch wahrscheinlich so, daß am Ende der Glimmerschiefer der überwiegende seyn möchte. Dieser wird es seyn, der an der Nordseite des Julier hervortritt.

Darauf primitiver Thonschiefer; im Julierthale herunter.

Ueber diesen in großer Mächtigkeit der Serpentinstein, mit dem ihm untergeordneten Gabbro.

Nun die Grauwacke, welche von Filisur hinauf im Thale der Albula ansteht.

Dann endlich der Uebergangskalkstein, der in einer fortlaufenden Reihe schon unter dem Oberhalbsteiner Thal, südlich der Albula, ausgezeichnet ist, zwischen Tiefenkasten und Conters durchbrochen wird, dann in spitzen Kegeln, und weit bemerkbar durch die Farbe, von Conters gegen die Höhen von Fillisur hinläuft, auf das Neue unter Bergün an dem Bergüner Stalden durchbrochen wird, und nun bis auf das hohe Gebirge der Albula ansteigt.

So entsteht also ein ziemlich regelmäſsiges Alpenprofil, wenn man nur auf das Hintereinanderliegen der Gebirgsarten achtet, und man würde gern sich überzeugen, daſs man auch hier dem oft befolgten Grundsatz, der Wassertheilen müsse auch zugleich den Lauf der inneren Centralkette bestimmen, sich mit Vertrauen hingeben könne. Diese Kette würde daher von den Bergen des Septimers durch den Paſs der Maloja zum Berninagebirge übergehen, und dann südlich des Unter-Engadins weiter gegen Tyrol.

Allein so überzeugt man davon auf dem Bernina selbst seyn möchte, in so groſse Verlegenheit geräth man doch, wenn man diese Reihe in ihrer weiteren Erstreckung verfolgt. Schon in der Aussicht vom Monte Minur war es auffallend, daſs eine so bedeutende Kette im Fortlauf gegen Osten nirgends mehr in die Schneeregion heraufreichen sollte. Aber noch mehr: im Luvinerthal geht man über das ganze Gebirge, fast ohne zu steigen, so daſs man in diesem Thale sogar eine Kanalverbindung queer über die Alpen nicht für unmöglich gehalten hat. Und mit dieser Erniedrigung geht alles verloren, was einer primitiven Kette eigenthümlich seyn kann. Jenseit des Luvinerthals, in der weiteren Fortsetzung gegen Osten, besteht das Gebirge aus schwarzem Uebergangskalkstein; die Ofenscheideck, ein Paſs nach dem Thale von St. Maria und Glurns, 6933 Fuſs hoch (nach Herrn Eschers Beobachtung); die Berge zwischen Glurns und dem unteren Engadin sind gänzlich daraus zusammengesetzt; höchstens sieht man sie mit Thonschiefer abwechseln, der zu eben dieser Formation gehört, und in dem auf der Ofenscheideck selbst, wie

so häufig in den Alpen, Gypslager vorkommen. Endlich verliert man sich gänzlich auf der Reschenscheideck, zwischen Glurns und Finstermünz, wo auf dem Wassertheiler selbst, auf der gröſsten Höhe zwischen beiden Meeren, noch Korn gebaut wird und reift. Die Reschenscheideck liegt nur 4559 Fuſs über dem Meere, und ist nicht etwa eine Spalte, sondern eine breite und flache Ebene queer über die vorausgesetzte Centralkette. Wohin soll man sich nun wenden, um sie noch weiter zu verfolgen? Und wie sehr hat sie bis hierher durchaus ihren Charakter verleugnet, den sie doch in Tyrol, in Salzburg, so bestimmt wieder behauptet? — Vom St. Mariathal südlich, gegen den hohen Orteles diese Kette zu suchen, würde noch weniger gelingen; diese Reihen führen ganz in Italienische Ebenen herunter, und nie wieder gegen Tyroler und Salzburger Gebirge herauf. Und auch die Gebirgsarten widersprechen dem gänzlich. Den Orteles bildet unten Uebergangsthonschiefer, oben Kalkstein. Die Pässe nach Bormio gehen über Kalkstein hin; und auch selbst noch die heiſsen Quellen von Bormio, wie die Quellen der Adda, brechen aus dichtem Kalkstein hervor. Nicht eher als bei Isolaccio, auf der Straſse gegen das Luvinenthal, erscheint das primitive Gestein, Glimmerschiefer und Gneuſs, unter dem Kalkstein herauf, und setzt gegen das Berninagebirge fort.

Es ist daher nothwendig, um die wahre Verbindung zwischen den Gletschern des Oezthales und des Bernina, zwischen dem Plateykogel und dem Monte Edretta einzusehen, nur allein dasjenige aufzusuchen und zu verfolgen, was die Centralkette bilden sollte, und ihren Lauf nach dem Vorkommen dieser Gebirgsarten zu bestimmen, wenn überhaupt noch durch sie eine Verbindung dieser Punkte bewirkt werden sollte. Eine solche Verbindung findet sich wirklich. Alle primitiven Gesteine, Glimmerschiefer, und vorzüglich Gneuſs, erscheinen wieder in den hohen, noch nie gemessenen oder bestiegenen Bergen über dem unteren Engadin, aus welchem die groſsen Hauptthälern vom Prettigau, von Montafun, von Trofana entstehen, die überall bei den Anwohnern unter dem Namen des Vermund oder Fermont bekannt sind. Von diesem ewig beeisten und mit gewaltigen Gletschern umgebenen Mittelpunkt gehen nach allen Richtungen kleinere Arme aus, und durch sie werden

werden die kristallisirten Gesteine noch gegen Orte verbreitet, wo man sie gar nicht erwartet. Der Gneuſs bildet noch die Höhe des Schlappiner Jochs zwischen dem Prettigau und Montafun, und verliert sich im Montafunerthale nicht eher, als eine und eine halbe Meile unter Pludenz. — Gneuſs zieht sich in den äuſsersten Winkel des Unter-Engadins herunter, und bildet die Engen und Berge zwischen Martinsbruck und Finstermünz. Glimmerschiefer und Gneuſs, zum Theil auch Granit, erscheinen, und nur sie allein, auf den Höhen und in den Thälern von Sardaska, Veraina vom Fluela und Dismar, und nur erst seit dem Sertigthale steigt der Kalkstein der Albula auf, der auch mit ihr zusammenhängt *). — So sehr gewiſs also das Berninagebirge ein Eigenthum der Centralkette war, eben so wenig kann ihr der Fermunt und seine Umgebungen bestritten werden, ohnerachtet beide Centralmassen durch das tiefe Thal des Engadin von einander getrennt sind. Ihr Zusammenhang ist doch auch wirklich durch das Thal noch zu verfolgen. Denn bei Zernetz ist noch überall auch in der Tiefe der Gneuſs anstehend, und wahrscheinlich auch wohl in den Thälern, welche sich gegen den Paſs der Scaletta oder am Fluela erheben.

Es folgt hieraus, daſs die primitive Centralkette in dem ostlichen Theile der Schweiz dreimal durchbrochen ist; einmal bei dem Uebergang nach dem Berninagebirge von der Maira im Bregellthale; dann vom Inn, unter der kleinen Bergreihe der Casanna bei Zernetz; endlich wieder vom Inn, bei Martinsbrück und Finstermünz, wo aber doch immer noch eine Verbindung durch eine Bergkette zwischen dem Plateykogel und dem Fermunt ganz deutlich ist; zum wenigsten viel ausgezeichneter und bestimmter, als über den Wassertheiler auf der Reschen Scheideck.

Und es bestätigt sich auch hier, daſs sich das ganze Alpengebirge endlich in einzelnen groſsen Massen auflöst, welche gleichsam durch Dämme mit einander zusammenhängen. Diese Massen sind Centralpunkte, welche Aerme nach vielen Seiten hin aussenden. Begegnen sich zwei solche Aerme, so entsteht daraus eine fortlaufende Gebirgsreihe. Führen die Ursachen der

*) R. v. Salis Marschlins von Davos. Alpina I. Auch wird der Bergbau bei Monstein unter Davos schon im Hornblendschiefer betrieben, der hier dem Gneuſs untergeordnet scheint.

Erhebung irgend einen Arm nicht so weit fort, so bleibt zwischen beiden Hauptbergen ein trennendes Thal.

Spätere Formationen sind nicht in solchen Mittelpunkten versammelt, sondern beharren weit mehr und bestimmter in einer angenommenen Richtung, und so sehr, daſs dieser Zug fast nie, auch durch die tiefsten Thäler nicht, unterbrochen oder gestört wird. Die Bildung der Thäler scheint überall in den Alpen ein späteres Phänomen, als die Erhebung der Gebirgsmassen; allein wahrscheinlich verdanken auch sie ihre Entstehung einer allgemein und vielleicht zu gleicher Zeit wirkenden Ursache.

Zu Seite 182.

[illegible] Höhenmessungen

mit dem Barometer zwischen Tirano und Chur in Bündten.

	1812		Barom. Zoll	Lin.	Therm. centigr. am Bar.	Therm. centigr. frei	Zürich Barom. Zoll	Lin.	Zürich Therm. centigr. am Bar.	frei	Höhe über Zürich Par. Fuſs	Höhe über Meeresfläche Z. + 1276,5	
	[illegible]	Madonna di Tirano	26,	[illegible],37	[illegible]	[illegible]	[illegible]	11,95	17,5	19,5	165	1441	daher Tirano = 381 Fuſs Höhe.
	—	[illegible] oben der Via [illegible] Sala	25,	[illegible]	[illegible]	17,5	26,	11,95	17,5	19,5	1158,6	2434	
4	h. [illegible]	Brusio Kirche	[illegible]	[illegible]	[illegible]	16	26,	11,93	17,5	19,5	1371,9	2648	
5	h. 8	Lago di Poschiavo	25,	[illegible],98	15	14	26,	10,88	$16\frac{1}{2}$	15	1719,4	299[illegible]	die letztere ist besser.
							Poschiavo						
	—	Lago di Poschiavo	25,	[illegible]	[illegible]	14	25,	0,89	15	14	−179,16	2962	
							Zürich						
6	h. 7 a.m.	Poschiavo	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	26,	11,82	$16\frac{1}{4}$	$19\frac{3}{8}$	1864,8	3141	Mittel aus 4 Beobtungen = 3094 Fuſs.
	h. 9 p.m.	Poschiavo	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	27,	0,19	$17\frac{1}{3}$	$16\frac{3}{4}$	1826	3101	
	17. Aug. h. 6 a.m.	Poschiavo	26,	[illegible],45	15	20	27,	0,18	$16\frac{7}{8}$	$11\frac{1}{4}$	1763,9	3040	
	15. Aug. h. 9 p.m.	Poschiavo	26,	[illegible]	[illegible]	12	26,	11,76	16,25	19,5	1817,76	3094	
7	h. 5 p.m.	Paschiadell	[illegible]	[illegible]	19	9	26,	11,47	$17\frac{1}{8}$	15	3241,16	4518	
8	h. 3 p.m.	La Rosa	[illegible]	[illegible],07	6	5	26,	11,55	16,9	$19\frac{3}{8}$	4498,8	5775	
9	17. Aug. h. 10 a.m.	La Motta [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	26,	11,97	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
10	h. [illegible]	[illegible] hang umher	21,	10,76	17	14	26,	11,97	$19\frac{3}{4}$	19	5651	6927	
11	15. Aug. h. 2	Bernina Scheideck	21,	[illegible],47	5	4	26,	11,55	16,9	[illegible]	590[illegible]	7181	
							Bernina osteria						
12	—	Bernina Lago	21,	[illegible]	6	[illegible]	22,	2,05	17	12	595,5	6799	
							St. Mauriz						
13	h. 12.	Bernina osteria	22,	[illegible],05	17	[illegible]	22,	8,61	10	13	680	6175	Mittel 6205,5 Fuſs.
							Zürich						
	17. Aug. h. 7 p.m.	Bernina osteria	22,	2,93	15	10	26,	11,64	$19\frac{1}{4}$	[illegible]	4976,5	6256	
	18. Aug. h. 6 a.m.	Bernina osteria	22,	[illegible]	15	6	26,	11,71	$17\frac{3}{4}$	[illegible]	491[illegible],86	6195	
							Bernina osteria						
14	15. Aug. h. 1.	Leichengränze an der Westseite über der Osteria	21,	5,90	11	10	22,	2,05	17	[illegible]	764,4	6870	
15	18. Aug. h. 8 a.m.	An der [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	26,	11,71	[illegible]	14,5	4398,6	5675	
16	17. Aug. h. 3 p.m.	Monte [illegible] Cima	[illegible]	[illegible],74	[illegible]	8	26,	11,99	[illegible]	20	7646,2	8923	

Nr.	Zeit	Ort	Zoll	Lin.	Therm.	frei	Zoll, Lin.	Therm.	frei	Höhe	Höhe	Bemerkungen
17	18. Aug. h. 12.	Muntetratsch unter dem Gipfel	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
18	h. 10.	Lerchengränze am Abhang vom Muntetratsch	21,	6,63	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
19	15. Aug. h. 9. a. m.	Ponte Regina Kirche	22,	9,94	[illegible]	10	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	5251	[illegible]
20	h. 8. a. m.	Cresta	22,	1,84	14	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
21	13. Aug.	St. Mauriz untere Hügel	22,	9,19	15	10	Zürich. 26, 11,76	17	[illegible]	427[illegible]	555[illegible]	[illegible]
	14. Aug. h. 7. a. m.	St. Mauriz	22,	9,74	10	7,75	26, [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	56[illegible]	[illegible]
	15. Aug. h. [illegible]	St. Mauriz	[illegible]	9,6[illegible]	10	[illegible]	26, [illegible]	[illegible]	[illegible]	46[illegible]	5656	untere F[illegible]
	18. Aug. h. 6. p. m.	St. Mauriz	[illegible]	9,47	14	[illegible]	26, [illegible]	[illegible]	19[illegible]	46[illegible]	557[illegible]	[illegible]
	19. Aug. h. 7. a. m.	St. Mauriz	[illegible]	9,14	[illegible]	7,75	26, [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	548[illegible]	[illegible] der [illegible]
	h. 2. p. m.	St. Mauriz	[illegible]	9,95	13	13,5	26, [illegible]	[illegible]	[illegible]	46[illegible]	5602	[illegible] Beobachtun[illegible]
	20. Aug. h. [illegible]	St. Mauriz	22,	9,94	[illegible]	10	26, [illegible]	13,5	13,5	[illegible]	556[illegible]	[illegible]
	h. 7. a. m.	St. Mauriz	21,	[illegible],55	12	9	27, [illegible]	20	13,5	423[illegible]	5515	[illegible]
22	14. Aug. h. 2. . .	Innbrücke nach dem Sauerbrunnen St. Mauriz	[illegible]	[illegible]	12	12	St. Mauriz. 22, 9,74	10	12	[illegible]	553[illegible]	[illegible]
23	20. Aug. h. 4. p. m.	Lerchengränze an der Südseite des Thales über St. Mauriz	21,	8,35	16	15	Zürich. 26, 11,78	$22\frac{7}{8}$	$22\frac{7}{8}$	5701[illegible]	6923	[illegible]
		a. Ueber der Albula.										
24	13. Aug. h. 5. p. m.	Schon tief unter Lerchengränze über Ponte	21,	10,14	12	9	26, 11,31	19	20	5412	6688	[illegible]
25	h. 4. p. m.	Albula Scheideck	21,	4,97	14	10	26, 11,23	19,25	21	5961,7	[illegible]	[illegible]
26	h. 3. p. m.	Etwas höher als Lerchengränze über Weissenstein	21,	9,47	15	12	26, [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
27	13. Aug. h. 2. p. m.	Weissenstein	22,	2,3	13	10	26, 11,34	19	19	[illegible]	6293	[illegible]

Ueber den wechselseitigen Einflufs von Elektricität und Wärmethätigkeit.

Von Herrn ERMAN *).

Dafs einiges Verkehr zwischen der elektrischen und der Wärmethätigkeit statt finde, scheint aus mehreren Analogien zu ergehen. So sind im Allgemeinen die guten Leiter der Wärme, wie z. B. die Metalle, auch gute Leiter der Elektrizität; und Glas, Federn, Wolle, Haare und Seide sind vorzügliche Isolatoren für beide Thätigkeiten. Zwar finden sich einige Ausnahmen dieses Parallelismus, wie bei Holzkohle und Demant, bei den trokkenen Holzarten, bei mehreren Oelen u. s. w., und es würden sich diese Ausnahmen vielleicht vermehren, wenn uns die Abstufungen des spezifischen Wärmeleitungsvermögens, und vorzüglich die korrespondirenden Grade der elektrischen Leitung besser bekannt wären.

Eine andere Analogie für das Verkehr zwischen freier Wärme und freier Elektrizität liegt in der Thatsache, dafs durch blofse Erhöhung der Temperatur mehrere, wo nicht alle Isolatoren der elektrischen Thätigkeit in Leiter derselben verwandelt werden. Mit Sicherheit weifs man es für atmosphärische Luft, Glas und Holz ohne Veränderung des Aggregatzustandes, und für Harz und Schwefel bei eintretender Schmelzung. Ueber diesen Berührungspunkt zwischen elektrische und Wärmethätigkeit ist meines

*) Vorgelesen den 3. März 1814.

Wissens nur die einzige Ansicht zur Sprache gekommen, daſs die isolirende Substanz selbst es sei, die durch Einwirkung der Wärme auf eine uns verborgene Weise permeabel wird für die Thätigkeit, gegen die sie früher kohibirend wirkte. Eine andere Ansicht wäre die, daſs durch erhöhte Temperatur die Expansibilität der Elektrizität selbst vermehrt wird, so daſs in diesem Zustande der gesteigerten Repulsivkraft sie fähig wird, Substanzen zu durchdringen, welche früher sie zu sperren vermochten.

Als ein sehr kräftiger analogischer Beweis für irgend ein Verkehr zwischen freier Wärme und Freiwerden der elektrischen Thätigkeit muſs unstreitig die Erscheinung des Turmalins anerkannt werden. Das Räthselhafte dieser Wirkungen würde zum Theil verschwinden, wenn es wirklich erlaubt wäre anzunehmen, daſs Temperaturerhöhung die elektrische Thätigkeit expandiren und zur Freiheit entbinden könne. Diese Ansicht würde, wenn die Erfahrung sie dermaleinst bestätigt, die Erwartung erfüllen, die Canton von seinen Versuchen mit hermetisch verschlossenen Glaskugeln hatte, daſs ein Uebergang zur Theorie des Turmalins in ihnen liege. Er nahm bekanntlich sehr dünne Glaskugeln von beiläufig 7 bis 8 Tausendtheilen eines Zolles Glasdicke, an eine Glasröhre von 8 bis 10 Zoll geblasen, lud ihre innere Oberfläche mit positiver oder negativer Elektrizität, und verschloſs sie dann hermetisch. In diesem Zustande gaben die Kugeln, an das Elektrometer gebracht, keine Divergenz. Sobald er sie aber mäſsig erwärmte, zeigten sie eine sehr starke Ladung und gaben Funken. Da diese Wirkung der Wärme oft wiederholt werden konnte, ehe sie ganz verschwand (wie denn Canton dergleichen Kugeln besaſs, die nach sechs Jahren dieselben Erscheinungen gaben, obgleich in etwas geringerem Grade), so paſst die Vorstellung einer durch Wärme bedingten Permeabilität des Glases nicht gut auf diesen Fall, weil in dieser Voraussetzung bei der ersten Erwärmung des leitend gewordenen Glases die ganze Ladung hätte verschwinden müssen, sogar vor dem ersten Funkenziehen. Allerdings könnte man sich von diesem Vorgang Rechenschaft geben, wenn es erlaubt wäre anzunehmen, daſs die an die nach wie vor isolirende innere Glasfläche gebundene Elektrizität, durch die Wärme bethätigt und expansibeler geworden, ein kräftigeres Spiel der Atmosphären durch die Dicke des Glases einleite, und so an der äuſseren Fläche den entgegengesetzten Zustand bedinge. Doch ehe diese Erklärung des Cantonschen Versuchs und eine Anwendung desselben auf die Theorie des Turmalins gemacht werden darf, muſs eine

sorgfältige Wiederholung des Versuches den wichtigen Umstand genau bestimmen, ob die am Elektrometer nach der Erwärmung angezeigte Elektrizität wirklich die entgegengesetzte, oder vielleicht die gleichnamige ist der früher an die innere Fläche gebrachten.

Auch eine Wechselseitigkeit bei diesem Einfluss der Wärme auf elektrische Verhältnisse ist an sich denkbar, dass nämlich ein gewisser Grad von Spannung elektrischer Thätigkeiten auf die Temperaturverhältnisse der Körper Einfluss haben möchte. In der That, wenn die Repulsivkraft der Wärme die Leitung der Elektrizität so bedeutend modifizirt, so ist, möchte man fast sagen, zu erwarten, dass auch ein hinzukommender Grad von elektrischer Repulsivkraft modifizirend einwirken werde, sowohl auf die Fortpflanzung der Wärme durch die Masse der Körper, als vorzüglich auf die Ausstrahlung von ihren Oberflächen. Wie man es sich auch erklären mag, dass eine metallisch-glänzende und polirte Oberfläche so viel weniger Wärme ausstrahlt, als eine dunkele und rauhe, so läuft die Sache am Ende doch darauf hinaus, dass eine geringe Modifikazion derjenigen mechanischen Anziehungs- und Abstoſsungskräfte, die an der äuſsersten Begränzung der Körper (in diesem den tiefsten und wichtigsten Mysterien der Natur geweihten Raume) thätig sind, die Ausstrahlung der Wärme ausnehmend verändert. Nun ist aber eben diese äuſserste Gränze der Körper der eigenthümliche Sitz der elektrisch repulsiven Thätigkeit bei den Leitern; es sei daher erlaubt, in einer Zeit, wo so vieles in der Physik sich gegen alle bekannte Analogien faktisch ergeben hat, einige Untersuchungen über den angeregten Gegenstand an Analogien zu knüpfen, deren Schwäche und Unvollständigkeit gern zugegeben wird.

Ich wünschte zu wissen: ob ein Körper, dessen Temperatur über die des umgebenden Mittels erhöht ist, schneller erkältet, wenn seine Oberfläche eine bedeutende elektrische Spannung erhalten hat, als wenn er sich im elektrischen Gleichgewicht mit seinen Umgebungen befindet, und zwar in den zwei Fällen einer leitenden und einer isolirenden Oberfläche, bei übrigens ganz gleichen Umständen.

Getriebene Kugeln von sehr dünnem Kupferblech, von $1\frac{3}{4}$ Zoll Rheinländisch Durchmesser, die beiläufig 740 Gran Wasser faſsten, wurden in ihrem Mittelpunkt mit einem sehr feinen Thermometer versehen, welches mit Hülfe eines Verniers und eines Mikroskops die Zehntelgrade der Fah-

renheitischen Skala genau angiebt. Das Wasser in der Kugel wurde über die genau beobachtete Temperatur des Zimmers erwärmt; der ganze Apparat vollkommen isolirt; die Kugel in leitende Verbindung gebracht mit einer Batterie von gewöhnlich 5 Fuſs, und oft auch von 10 Fuſs belegter Fläche. Dann mit einer Sekundenuhr die Zeiten der Erkaltung von 10 — 10 Grad gemessen, theils für den Fall, wo während des ganzen Verlaufs die Batterie, und folglich die Oberfläche der Kugel, eine starke stets gleich unterhaltene Ladung erhielt, theils für den Fall, wo die vollständig entladene Batterie, und folglich auch die sie berührende Kugel, im elektrischen Gleichgewicht mit den umgebenden Körpern sich befand.

Meine Erwartung, daſs diese so einfach scheinende Beobachtung bei der darauf verwendeten Sorgfalt das erwartete Resultat sogleich mit Bestimmtheit aussprechen würde, ohne daſs man auf die Nothhülfe von Mittelzahlen seine Zuflucht nehmen müſste, ging nicht in Erfüllung. Wenn ich unter Umständen, die ich möglichst gleich erhielt, und die dem Anscheine nach wirklich ganz identisch waren, den progressiven Gang der Erkaltung in mehreren unmittelbar auf einander folgenden Reihen verglich, so fänden sich meistens Unterschiede von mehreren Sekunden, oft sogar von 30 — 35; und einigemal sogar von einer ganzen Minute und drüber. Der objektive Grund dieser Abweichung liegt wahrscheinlich in den Oszillationen der Temperatur des Zimmers, die nie ganz zu vermeiden sind, und sich am empfindlichsten Thermometer kaum aussprechen können, weil sie zu sehr vorübergehend sind, auf die Erkältung hingegen denselben Einfluſs haben mögen, wie auf die Beobachtung der verdunstenden Menge in den Daltonschen hygrometrischen Beobachtungen; 2) ferner in Luftströmungen, die ebenfalls nie ganz zu vermeiden sind; 3) in dem Niederschlagen und Wiederverdunsten eines Theiles des durch den verschlieſsenden Korkstöpsel nicht ganz zu entfernenden Wasserdampfs aus der Kugel an ihre Oberfläche. Doch glaube ich eingesehen zu haben, daſs subjektive Fehler der Beobachtung auch etwas zu diesen Abweichungen beitragen. So fein auch in meinem Instrumente der auf dem durchsichtigen Elfenbein gezogene Strich ist, der den Quecksilberstand angiebt, so erscheint er doch beim Gebrauch des Mikroskops mit einer Breite, welche der Schärfe einer ganz genauen Beobachtung hinderlich ist, weil in den niedrigen Intervallen der Erkaltung die langsam sich zusammenziehende Quecksilbersäule oft über zwei Minuten braucht, um diesen Raum zu durchwandern. Freilich muſs man sich

bemühen, nur den Appuls zum oberen Rande des Strichs zu beobachten; doch liegt auch hierin eine kleine Unbestimmtheit, welche, vorzüglich wenn die Sekundenuhr gleichzeitig beobachtet werden muſs, in ein mehr oder weniger scharfes Abschätzen für den Betrag einiger Sekunden ausartet. Ich versuchte oft die Messung mit einem ebenfalls sehr guten Thermometer, aber ohne Mikroskop, fand jedoch, daſs alsdann die Parallaxe noch viel gröſsere Ungewiſsheit in der Abschätzung der wahren Sekunde herbeiführte. Wählte ich zu den Beobachtungen sehr groſse Ueberschüsse über die Temperatur des Orts, so fiel zwar das Quecksilber rascher, und sein Appuls an den obern Rand des Striches war entschiedener; von der andern Seite aber wurde die Beobachtung der Uhr um so mehr erschwert, wenn der ganze Verlauf gewissermaſsen tumultuarisch erfolgte, bei der geringen Masse des erkaltenden Wassers; auch wurden hierdurch die gesuchten etwanigen, von dem elektrischen Zustande der Fläche herrührenden Unterschiede auf jeden Fall zu einer so geringen Aliquote des Ganzen, daſs sie sich noch mehr in den unvermeidlichen Fehlern der Beobachtung verbergen muſsten. In den meisten Versuchen über diesen Gegenstand begnügte ich mich deshalb nur, die Erkaltungen von dem 120sten bis zum 90° zu beobachten; während die bestehenden Temperaturen des Zimmers zwischen 67 und 73 gewählt wurden. Die Erkaltungen unter den 90° fand ich wiederum zu langsam und die Beobachtung minder günstig, um so mehr, da es zu beschwerlich wurde, die gleiche Ladung der Batterie mehrere Stunden hindurch zu unterhalten.

Das Resultat dieser Untersuchung ist, daſs innerhalb der Gränze von Genauigkeit, die ich bis jetzt zu erreichen vermochte, der elektrische Zustand der Oberflächen durchaus keinen Einfluſs hat auf die Ausstrahlung der Wärme; denn die Unterschiede der beobachteten Zeiten der Erkaltung in komparativ entgegengesetzten Zuständen fielen nie gröſser aus, als diejenigen, welche bei den Reihen sich zeigten, wo die Oberflächen in demselben Zustand, sowohl des elektrischen Gleichgewichts, als der Erregung, sich befanden; und zwar ergaben sie sich für elektrisch geladene Flächen eben so oft positiv als negativ.

So z. B.	+ E.			o E.		
Erkaltung von	Min.	Sek.				Sek.
180 — 170	4,	24	. .	3, 45	+ E langsamer um	39
170 — 160	4,	17	. .	4, 42	+ E schneller —	25
160 — 150	5,	55	. .	4, 42	+ E langsamer —	13
150 — 140	6,	31	. .	6, 29	+ E langsamer —	2
140 — 130	8,	12	. .	7, 20	+ E langsamer —	52
130 — 120	9,	30	. .	9, 0	+ E langsamer —	30
120 — 110	12,	46	. .	12, 5	+ E langsamer —	41
110 — 100	18,	13	. .	18, 1	+ E langsamer —	12

In dieser Reihe scheint sogar die Elektrisation die Wärmeausstrahlung verzögert zu haben; aus einigen andern würde man umgekehrt auf die erwartetete Beschleunigung der Erkaltung durch Elektrisation schließen müssen.

Z. B.	+ E.			o E.		
	Min.	Sek.				Sek.
120 — 110	11,	30	. .	12, 4	+ E schneller um	34
110 — 100	16,	23	. .	16, 57	+ E schneller um	34
100 — 90	23,	15	. .	24, 54	+ E schneller 1 M.	39

Aber aus der Vergleichung aller Reihen ergeht, daſs gar kein konstanter Unterschied sich ergeben hat, und daſs der positiv elektrische Zustand bei leitenden Oberflächen keinen, bis jetzt wenigstens, wahrnehmbaren Einfluſs auf die Wärmeausstrahlung ausübte.

Eben so wenig fand ich einen Unterschied in dieser Hinsicht bei Vergleichung der positiven und negativen Elektrizität.

Auch konnte ich keinen wahrnehmen, als ich der erkaltenden Metallkugel einen schwarzen nicht leitenden Ueberzug gab. In diesem Zustande war an und für sich ihre Erkaltung bedeutend beschleunigt.

		Blank.	Schwarz.	Schwarze schneller um
Z. B.	120 — 110	8, 15	7, 42	0 M. 53 S.
	110 — 100	12, 40	10, 01	2 M. 40 S.
	100 — 90	17, 20	13, 48	3 M. 32 S.
			Summe	6 M. 45 S.

Als

Als aber die Erkaltung der schwarzen Kugel komparativ im Zustande des E Gleichgewichts und dem einer sehr starken E Ladung beobachtet wurde, zeigte sich durchaus kein Unterschied, den man auf eine Mitwirkung der elektrischen Thätigkeit beziehen könnte. Z. B.

Temperatur des Zimmers 68,50.

	Geschwärzte Kugel.		
	+ E.	o E.	
120 — 110	6 M. 42 S.	6 M. 30 S.	+ E langsamer um 12 S.
110 — 100	9 - 4 -	9 - 10 -	+ E schneller um 6 S.
100 — 90	13 - 0 -	13 - 40 -	+ E schneller um 40 S.

Es soll allerdings der Versuch gemacht werden, die Zeiten der Abkühlung durch gleiche Grade mit mehr Schärfe zu bestimmen, als es mir hier bei Anwendung einer so geringen Wassermasse gelingen konnte. Vielleicht ergiebt sich alsdann doch noch ein geringer Grad von Einfluſs der E Thätigkeit, welcher sich hier innerhalb der Gränze verbirgt, wo die hier angewendete Methode ein sicheres Resultat giebt. Im Ganzen glaube ich doch nicht, daſs man je bei jedem einzelnen Fall Abweichungen, die bis auf 30—40 Sekunden gehen können, vermeiden wird. Und daſs ich im Ganzen die progressive Erkaltung richtig beobachtete, ergeht aus der ziemlich genügenden Uebereinstimmung der jedesmaligen mittleren Zeiten, wie ich sie fand, und wie ich sie für den gegebenen Ueberschuſs der Wärme des Wassers über die des Zimmers mittelst der Unterschiede der dazu gehörigen Logarithmen berechnete. Es scheint also aus diesen Versuchen mit einem nicht ganz geringen Grade von Zuverlässigkeit zu ergehen, daſs die freie E auf die freie Wärme keinen Einfluſs hat.

2) Bestätigt wird dieses Resultat durch folgende Prüfungsmethode. Ein zinnernes kubisches Gefäſs mit einer metallisch glänzenden, und einer schwarz bemalten und isolirenden matten Fläche, wurde im Fokus eines groſsen konkaven Metallspiegels gebracht. Die eine Kugel eines Rumfordtschen Thermoskops im korrespondirenden Fokus eines kleineren. Der Abstand beider Spiegel betrug 22 Zoll Rheinländisch. Der Index des Thermoskops war bei der Temperatur des Zimmers stationär bei 34°. Es wurde in das kubische Gefäſs Wasser von 170° gefüllt. Als nun die schwarze Fläche gegen den Reflektor gekehrt wurde, brachte sie den Index auf 53,

die blanke hingegen nur auf 43. Das isolirte kubische Gefäſs war von Anfang an in Berührung mit der inneren Belegung einer Flasche, welche von der gehörig entfernten Maschine aus augenblicklich geladen und entladen werden konnten, sowohl + als —. Es hatte aber durchaus keinen wahrnehmbaren Einfluſs auf den jedesmaligen Stand des Index, und folglich auf die Wärmestrahlung, die er sehr genau angiebt, ob die Wärmeausstrahlende Fläche, gleichviel die metallisch leitende oder die durch den isolirenden Ueberzug geschwärzte, eine hohe elektrische Spannung bekam, oder in den Zustand der nicht erregten elektrischen Thätigkeit wieder versetzt wurde. Und da die Zusammenstellung des Versuchs es erlaubte, augenblickliche Uebergänge des einen Extrems in das andere zu bewirken, ohne daſs man sich dem Apparat zu nähern brauchte, so ist dieser Beweis ziemlich zuverlässig.

3) Um zu prüfen, ob die freie elektrische Thätigkeit das Reflexionsvermögen einer Metallfläche vermehre, isolirte ich den Reflektor, und verband ihn mit einer Flasche, die ich ebenfalls von fern laden und entladen konnte. Es fand sich aber, daſs bei übrigens gleichbleibenden Umständen das Reflexionsvermögen der Oberfläche durch die elektrische Spannung derselben weder vermehrt noch vermindert werde, wenigstens nicht innerhalb der Gränzen der auf diesem Wege wahrzunehmenden Unterschiede, welche doch bekanntlich sehr fein sind.

4) Die Verdunstung ist so entschieden eine Funktion der Wärme, und die Temperatur der Oberfläche steht wiederum so sehr unter dem Einfluſs der Verdunstung, daſs wenn die elektrische Repulsion die Wärmethätigkeit (vorzüglich an den Oberflächen) unterstützte und bekräftigte, eine vermehrte Verdunstung die unmittelbare, und eine Veränderung der Temperatur eine mittelbare Folge dieses Verkehrs seyn müſste. Es ist mir zwar früher nie gelungen, einen Unterschied in der ponderabelen Menge von elektrisirten und nicht elektrisirten Verdampfungsschalen wahrzunehmen, so oft ich auch den Versuch wiederholt habe, als ich mich mit praktischer Ausübung der Daltonschen hygrometrischen Methode beschäftigte. Da jedoch die ponderabele Menge der Verdunstung bei gleicher Temperatur im Verlauf einer kurzen Zeit durch anderweitige Ursachen etwas schwankend befunden wird, wenn es auf einige Gran ankommt bei einer Oberfläche von 6 Zoll Englisch, so wäre es möglich, daſs der an und für sich geringe Einfluſs der elektrischen Spannung sich innerhalb der Gränzen dieses Schwankens verberge. Es war deshalb nicht unwichtig, die Temperatur eines verdunstenden Kör-

pera mit einiger Schärfe komparativ zu untersuchen, im Zustande des elektrischen Gleichgewichts, und in dem der Erregung freier elektrischer Thätigkeit.

Es wurde die eine Kugel eines Rumfordschen Thermoskops (Differential-Thermometer) mit dünner Leinwand überzogen. Als beide Kugeln sich selbst überlassen wurden, kam der Index auf 40°, und beharrte in diesem Stande. Die überzogene Kugel wurde in Wasser getaucht, welches eine geraume Zeit in demselben Zimmer gestanden hatte; der Index kam auf 48½. Aus dem Wasser gezogen und der Verdampfung überlassen, brachte die Dampfbildung den Index auf 89½, und zwar ganz unverrückt während mehr als einer Viertelstunde. Nun war früher jede Kugel des Thermoskops in Berührung gesetzt worden mit einer Ladungsflasche; diese beiden Flaschen waren ganz gleich gewählt, um alle Umstände möglichst abzugleichen. Während das Thermoskop durch die Verdampfungskälte auf seinen beharrlichen Stand gehalten wurde, ertheilte ich aus der Ferne der die verdampfenden Kugeln berührenden Flasche sehr starke Ladungen, bald positiv, bald negativ; es erfolgte aber nie eine Spur von Bewegung des Index, woraus man auf irgend eine Vermehrung der Dampfbildung hätte schlieſsen können. Die ihr korrespondirende Temperatur blieb sich vielmehr stets gleich bei absolutem elektrischen Gleichgewicht der verdampfenden Oberfläche und bei sehr starker Spannung derselben.

Hieraus ergeht, daſs keine freie Wärme durch die elektrische Repulsion bethätigt wird; denn dieser Ueberschuſs von frei gewordener und mit dem Wasser sich verbindender Wärme müſste ohnfehlbar die Temperatur des verdampfenden Körpers mehr erniedrigen, als wenn keine neu hinzugekommene Ursache den allmähligen Uebergang der Wärme aus dem Inneren der Masse in das Wasser an der Oberfläche beschleunigt. Diese Weise, eine Beschleunigung der Verdampfung durch elektrische Repulsion sich zu denken, fällt also weg; eine andere bliebe jedoch übrig, vorausgesetzt, daſs die Thatsache selbst faktisch erwiesen wäre. Man könnte nämlich sagen, die elektrische Repulsion vermehrt die Menge der Verdampfung nicht mittelbar und dadurch, daſs sie mehr Wärme aus dem Inneren des Körpers entbindet und an die Oberfläche desselben ausstöſst; sondern die Wirkung ist eine unmittelbare, die elektrische Repulsion vermehrt an und für sich die Elastizität des Dampfes; daher kann mit demselben Aufwand von Wärme eine viel gröſsere Menge von Dampf unter demselben Druck und

bei derselben Temperatur entstehen und bestehen, als wenn die Dampfbildung durch die Wärme allein und ohne Unterstützung einer anderen Repulsivkraft eingeleitet würde.

5) Aber auch diese Vorstellung fand ich ungegründet, und mit dem Erfolg folgender Prüfung ganz unvereinbar. Eine kleine Glasretorte hatte einen verhältnissmässig sehr langen umgebogenen Tubulus; in diesem war ein Zuleitungsdrath auf das sorgfältigste Luft- und Dampf-dicht eingekorkt und eingekittet, so dass ein Ende des Golddraths nach aussen frei hervorragte, das andere in das die Retorte zur Hälfte anfüllende Wasser reichte. Der Schnabel der Retorte bildete eine zweimal rechtwinklich gebogene Röhre, die sich in zwei parallel neben einander stehende und nach unten mit einander verbundene Gefässe erweiterte, und dann vom zweiten Gefäss aus senkrecht in einer Länge von 30 Zoll heraufstieg. Die beiden Gefässe und das sie verbindende Knie erhielten etwas Quecksilber. So bildete das Ganze einen manometrischen oder elaterometrischen Apparat, wo in dem den leeren Raum des Apparats über dem Wasser erfüllenden Dampf keine Vermehrung der Expansibilität statt finden konnte, ohne sogleich eine korrespondirende Quecksilbersäule zu erheben. Dieser Apparat wurde isolirend aufgehängt, und die Retorte nebst den Quecksilbergefässen in ein allmählig zu erwärmendes Bad getaucht. Ich wählte hiezu das Oel, weil es die Elektrizität isolirt, keine leitenden Dämpfe an den Apparat absetzt, eine hohe Temperatur annimmt und durchsichtig genug ist, um selbst die Wahrnehmung der ersten Grade des steigenden Quecksilbers zu erlauben. Das Oelbad wurde ganz allmählig erwärmt mittelst einer Lampe, deren Wirkung man durch Stellung des Dochts ganz in seiner Gewalt hatte; mehrere Thermometer waren in verschiedenen Tiefen des Oelbades vertheilt; und durch die Regierung der Lampe sowohl, als durch das Rühren in das Oelbad, war es leicht, die Temperatur des Ganzen auf eine beliebige Zeit stationär zu erhalten.

So wurde die Temperatur des in der Retorte enthaltenen Wassers ganz allmählig und mit absichtlich bewirkten Stillständen von 40 Reaumur bis auf 75 R. erhöht, und von da zurück wieder bis auf 40 erkältet. Die Augenblicke, wo das Elaterometer sowohl als die Thermometer im Stillstande erhalten wurden, benutzte ich, um das Wasser in der Retorte, und folglich auch die eingeschlossenen Dämpfe, mittelst einer Batterie und des zuleitenden Golddraths der Tubulatur abwechselnd in eine bedeutende posi-

tive und negative Spannung, und unmittelbar darauf in das elektrische Gleichgewicht zu versetzen. Aber in keinem dieser Fälle zeigte sich am Elaterometer irgend ein Einfluſs auf die Expansibilität der Dämpfe.

Das Resultat der empirischen Untersuchungen, so weit sie bis jetzt reichen, ist, daſs **freie elektrische Thätigkeit die Wärmeausstrahlung nicht begünstigt und nicht verzögert.** Dalton's frühere Ansicht, daſs selbst die ponderabeln expansibeln Flüssigkeiten ihre Repulsion nur auf das ihnen Homogene äuſsern, erhält für die imponderabeln expansibeln Thätigkeiten eine neue Bestätigung.

Bemerkungen

über

das Verhältniſs des unmagnetischen Eisens zur tellurischen Polarität.

Von Herrn Erman *).

Die Art und die Grade der Einwirkung des tellurischen Magnetismus auf das weiche unmagnetische Eisen bedürfen in mancher Hinsicht noch fernerer Prüfung. Morechini's Behauptungen und die früheren eines verdienstvollen Physikers, daſs in dem magnetischen Zustande des dem tellurischen Einfluſs überlassenen Eisens periodische Veränderungen statt finden, welche auf astronomische Bedingungen beruheten, sind geeignet, eine erneuerte Aufmerksamkeit auf diesen tellurischen Einfluſs überhaupt zu lenken und manchen nicht unwichtigen Aufschluſs zu gewähren.

Eine fast wichtigere Aufforderung, alle Umstände dieser Einwirkung mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen, liegt jedoch in der früher schon zur Sprache und auch zur Ausübung gekommenen Methode, die wahre Richtung der magnetischen Kräfte der Erde mittelst ihrer Einwirkung auf weiches unmagnetisches Eisen aufzufinden, wobei man den fast unüberwindlichen Schwierigkeiten der Konstruktion und der Erhaltung einer Neigungs-Boussole überhoben wäre. Die erste dieser Methoden ist die Beobachtung

*) Vorgelesen den 1. December 1814.

der Polarität einer senkrechten Stange auf einem Schiffe, welches seinen Lauf aus höheren Breiten bis zum magnetischen Aequator nähme, und von da aus allenfalls wiederum in südliche Breiten. Diese Beobachtungen sind bekanntlich im Jahre 1684 von einem Engländer, aber ohne Genauigkeit, angestellt worden; seine Resultate stimmen nicht zu mit den zuverlässigeren neueren Bestimmungen des magnetischen Aequators; oft hat man daher den Wunsch geäuſsert, diese Beobachtungen möchten wiederholt werden, welches aber meines Wissens nicht geschehen ist: auſser daſs Lamanon eine Reihe dergleichen Wahrnehmungen sowohl an den feststehenden als an beweglichen Stangen anstellte. Wenn man aber mit vollem Rechte einen groſsen Werth auf diese Beobachtungen legt, so darf dieses doch kein unbedingter seyn; man darf nicht voraussetzen, daſs der auch noch so genau durch Ablenkung der Boussole, oder besser durch Schwingungen oder Windungsgrade, in jeder gegebenen Breite gefundene magnetische Zustand der Stange etwas für diese Breite Konstantes und von jeder Korrektion für das Koerzitivvermögen des Eisens Unabhängiges sei, so daſs z. B. dasselbe Schiff, wenn es aus südlichen Breiten durch den Aequator zurück in die vorige gegebene nördliche Breite kommt, denselben Grad der Polarität an seiner Stange zeigen würde, den es daselbst vor der Reise zeigte. Diese Annahme beruht darauf, daſs man sich, wenigstens in diesem Fall, das weiche Eisen ganz ohne Koerzitivkraft denkt, so daſs es die tellurische Einwirkung für jede gegebene Lage in ihrem vollen Werthe erhalte und andeute, aus welcher anderen früheren Lage es auch in diese gekommen sei. Da dieses aber nicht angenommen werden darf, so sieht man ein, daſs eine Stange, welche vom Nordpole in die Breite von 45°, und eine andere, welche vom Aequator in dieselbe Breite von 45° gelangt, ganz andere scheinbare Werthe des tellurischen Magnetismus für die Breite von 45° geben werde; und daſs es hier um ein Korrektionselement zu thun ist, welches erst aufgefunden werden muſs.

Uebrigens sind die erwähnten Beobachtungen des Engländers mit anderen von derselben falschen theoretischen Annahme herrührenden zufälligen Fehlern behaftet, die sie, wenn seine Abschätzungen des magnetischen Zustandes der Stange auch noch so genau wären, doch unbrauchbar machen würden. Denn in der Voraussetzung, daſs die jedesmalige Polarität der Stange lediglich von dem jeder Breite zugehörigen Grad des tellurischen Magnetismus abhängt, nahm er oft seine Stange aus der senkrechten Richtung, brachte sie absichtlich in ganz andere Beziehungen auf Azimuth und

Höhe, und stellte sie nachher wieder senkrecht, um in den folgenden Breitengraden die Beobachtungen an die vorigen zu reihen: als wenn die Stange durch diese Behandlung nicht so bedeutend modifizirt worden wäre, dass sie bloss deshalb ganz andere, mit den früheren nicht mehr ohne Korrektion zu vergleichende Grade der Polarität erhalten hätte.

Die zwei andern Methoden, die Richtung der magnetischen Kräfte und namentlich die Neigung zu finden mittelst der tellurischen Einwirkung auf weiches unmagnetisches Eisen, sind aus späteren Zeiten, und doch nimmt die erste noch keine Notiz vom Koerzitivvermögen des Eisens, und ist deshalb fehlerhaft; die zweite aber betrachtet dieses Vermögen als ein nothwendig zu tilgendes Hinderniss, und wird dadurch abschreckend, langweilig und fast unausführbar.

Konjema *) bringt eine um einen ihrer Endpunkte B bewegliche Stange AB in die durch eine Deklinations-Boussole gegebene Ebene des magnetischen Meridians und in horizontale Lage; er senkt nun das südliche Ende A der Stange allmählich, bis das nördliche B aufhört, auf die dicht neben B gestellte Boussole zu wirken; und der Winkel unter dem Horizont, unter welchem dieses geschieht, ist der Ergänzungswinkel von der Neigung, welche die Richtung der magnetischen Kräfte der Erde unter dem Horizont hat. Ist diese Richtung z. B. 70° Neigung des nördlichen Endes unter dem Horizont, so wird man das südliche Ende der Stange um zwanzig Grad unter den Horizont neigen müssen, um alle Spuren der tellurischen Einwirkung verschwinden zu sehn.

Doch dieses gilt nur für den Fall, wo der Stab an sich vollkommen indifferent wäre, was wohl selten oder vielmehr nie eintreffen wird. Gesetzt also, das der Boussole zunächst liegende Ende B habe für sich eine zufällige, von der jedesmaligen tellurischen Einwirkung unabhängige, nördliche Polarität, so wird man das entgegengesetzte Ende A nicht bloss um den Bogen y (z. B. 20) im Süden senken müssen, sondern noch um einen additionellen Bogen q; wovon die Wirkung ist in A nördliche und folglich in B südliche Polarität zu erregen; und zwar giebt man so viel additionelle Neigung q, bis die frühere nördliche Kraft von B durch die neuerregte südliche kompensirt werde, und folglich B gar nicht mehr auf die Boussole wirke.

*) Anton Burgmann's philosophische Versuche über die magnetische Materie, übersetzt von Eschenbach, S. 263.

wirke. Um nun den unbekannten Werth dieses additionellen Winkels q abgesondert zu erhalten von dem Neigungsbögen, der für eine unmagnetische Stange gehören würde, bringt Konjema die Enden des Stabes in relativ entgegengesetzte Azimuthe, so daſs A nunmehr nach Norden weise. Diese Umdrehung geschieht ganz genau in einer Ebene, welche auf die Ebene des Meridians senkrecht ist; die Konstruktion seines Instruments ist hierauf berechnet. Nun ist in unserm Beispiel der Stab um 20 Grad über den Horizont in Norden erhöht. Konjema nimmt an, seine zufällige nördliche Polarität sei noch dieselbe, die er am Anfange des Versuches hatte; also wird der Stab in der neuen Stellung am Punkt B wiederum die Boussole anziehn; man muſs also das Ende A ebenfalls um einen additionellen Winkel senken, damit diese nördliche Thätigkeit ebenfalls kompensirt werde; und zwar nimmt Konjema an, dieser additionelle Winkel werde in der zweiten Stellung gleich seyn dem zur ersten Stellung gehörigen: er hieſs daher ebenfalls q.

Der ganze Bogen, um welchen man in der ersten Stellung die Stange senken muſste, um sie indifferent zu machen, heiſse a; er besteht aus y (= 20) + q. Der zur zweiten Stellung gehörige Bogen heiſse b, und ist gleich y — q. Wenn daher $y + q = a$

$$\text{und } y - q = b$$

$$\text{so ist } y = \frac{a + b}{2}$$

Brugmanns, der dem Scharfsinne des Leuwardischen Erfinders Gerechtigkeit widerfahren läſst, und im Besitz kam des zur Anwendung dieser Methode von demselben konstruirten Instruments, fand jedoch, daſs bei der gröſsten Genauigkeit des Verfahrens ein Fehler von beiläufig 30 Minuten unvermeidlich bleibe, weil Konjema, das Eisen ebenfalls als ohne alle Koerzitivkraft betrachtend und den Einfluſs einer vorhergegangenen Stellung auf die nächstfolgende folglich ganz übersehend, von der falschen Voraussetzung ausgeht, die zufällige nördliche Polarität der Stange, und folglich der ihr entsprechende Winkel q, bleibe sich während des ganzen Verfahrens gleich; welches jedoch nicht ist, indem die nördliche Polarität in der ersten Stellung während der Senkung in Süden durch den additionellen Bogen etwas stärker, und in der zweiten Stellung durch den additionellen Bogen an sich geringer wird; weshalb auch die beiden additionellen

Winkel q und q' nicht gleich seyn können, da sie ungleiche Gröſsen zu kompensiren haben.

Um diesem Mangel zu begegnen, modifizirte Brugmanns die Konjemasche Methode so wesentlich, daſs man sein Verfahren füglich als ein ganz eigenthümliches, als eine dritte für sich bestehende Methode betrachten kann. Er neigt die Stange durch irgend einen willkührlich angenommenen Bogen unter die horizontale Stellung; in dieser Lage ziehe ihr der Boussole zunächst liegendes Ende (o) den Südpol der Magnetnadel an. Dieses beweist, daſs besagtes Ende eine nördliche Thätigkeit hat. Er benimmt ihr dieselbe dadurch, daſs er das Ende o relativ erhöht, und durch Streichen mit einem harten Körper behandelt, bis o indifferent geworden. Alsdann führt er den ganzen Stab an den Punkt o herum, so daſs o, welches früher gegen Norden wies, nun gegen Süden zu liegen komme; wobei sorgfältigst vermieden werden muſs, daſs die Stange während der Wendung nicht aus derjenigen Ebene komme, welche die Stange der Länge nach durchschneidet. Fände sich nun, daſs in der neuen Stellung die Stange genau indifferent geblieben wäre, wie sie es in der vorigen war, dann hätte man geradezu den Beweis, daſs man die Stange wirklich in der gesuchten Ebene bewegt hat, auf welche die Richtung der magnetischen Kräfte senkrecht ist. Wenn aber, wie es in den meisten Fällen geschehen wird, die Stange in der umgekehrten Lage nunmehr den Nordpol anzieht und den Südpol abstöſst, dann bringt sie Brugmanns in die erste Lage zurück, senkt sie um 1 — 2 additionelle Grade tiefer, macht sie wiederum indifferent und versucht die zweite Wendung; und so nähert man sich allmählich der Lage, worin die Stange bei der Umwendung indifferent bleibt: auf diese Richtung ist die gesuchte senkrecht.

Brugmanns rühmt diese Methode sehr; er fand sie bei oft wiederholter praktischer Anwendung zuverlässiger, als die Untersuchung mittelst seiner doch nach guten Prinzipien und mit sehr vielem Fleiſs verfertigten Neigungsnadel. In der That, die Gröſse der Bogen, welche seine Stange von 3 Fuſs beschreibt, erlauben eine viel genauere Lesung, als die Bogen der nothwendig viel kürzeren Neigungsnadel. Die Konstruktion der Neigungsnadel ist von anerkannter Schwierigkeit; aber selbst wenn diese glücklich überwunden wäre, so ist man nie sicher, daſs zwischen der Stahlnadel und der kupfernen Armatur, welche die Axen trägt, sich nicht Rost erzeugt habe.

Von der andern Seite muſs man gestehen, daſs die Brugmannsche Methode höchst abschreckend ist durch die Langwierigkeit der Manipulation. Wie unzählige mal geschieht es nicht, daſs man durch die Reibung, welche bloſs Indifferenz hervorbringen sollte, den entgegengesetzten Pol erregt. Ferner hat man zu befürchten, konsequente Punkte zu erhalten, welches um so leichter ist, da das Reiben der Stange in der Nähe der Boussolnadel geschieht; und endlich erfordert die mechanische Vorrichtung, um eine so groſse Stange mit gleicher Genauigkeit in zwei Ebenen, in der vertikalen und in der auf dieser senkrechten Ebene, unverrückt zu wenden, ein sehr voluminöses an sich sehr wandelbares Gestell, welches mit sich zu führen durchaus keinem Reisenden zuzumuthen ist. Wahrscheinlich sind dieses die Gründe, die der praktischen Einführung der von Brugmanns so sehr empfohlenen Methode im Wege gestanden haben.

Wenn aber, statt das koerzitive Vermögen des weichen Eisens ganz wie der Engländer und wie Konjema zu übersehen, oder es wie Brugmanns als ein bloſs zu beseitigendes und zu tilgendes Hinderniſs zu betrachten, man den Versuch machte, sich vielmehr geradezu an dieses Vermögen zu wenden, um die Art der Beobachtung darauf zu gründen, so würde die Idee einer meines Erachtens ausführbaren und doch eben so sicheren Methode entstehen.

Das Nordende eines in der magnetischen Meridianebene horizontal liegenden Stabes unmagnetischen sehr weichen Eisens ziehe den Südpol der parallel darneben stehenden Boussole um irgend einen gegebenen Bogen an; man senke nun dieses Nordende des Stabes um eine Anzahl Grade, z. B. 20, und führe es zurück in die frühere horizontale Stellung. Der Stab wird nunmehr durch seine Koerzitivkraft einen Theil des höhern Werths der stärkern Einwirkung der tellurischen Kräfte beibehalten haben und den Südpol um eine gewisse Anzahl Grade stärker anziehen. Nun erhöhe man dasselbe Ende des Stabes um eine gleiche Anzahl Grade über den Horizont, und führe ihn wieder in die horizontale Stellung: er wird nun aus derselben Ursache den Südpol der Nadel weniger anziehen. Man bemerke die Differenz beider Anziehungen, und fahre so fort für immer gröſsere Bogen wechselsweise die durch Koerzitivkraft rückständigen Werthe des Erhöhens und Senkens um korrespondirende Grade zu suchen. Die Differenzen dieser Werthe müssen regelmäſsig zunehmen bis zu einem gewissen Grade

der Neigung, über welchen sie nicht mehr wachsen; diese Neigung ist die gesuchte.

Zur Verifikazion, und um Mittelzahlen zu erhalten, bringe man nun den Stab in die senkrechte Lage, und bemerke da die Einwirkung seines untersten Endes auf die daran gehaltene Boussole; nun bewege man die Stange in der Meridianebene um korrespondirende gleiche Bögen von beiden Seiten der senkrechten. Die Differenzen der jedesmaligen in der senkrechten Stellung beobachteten Einwirkungen auf die Nadel werden wachsen bis zu einem gröfsten, von wo an sie nach noch gröfserem Elongationswinkel wiederum abnehmen. Der Neigungswinkel, wo sie am gröfsten geworden, ist das gesuchte, und muſs mit dem vorigen übereinstimmen. Die etwanigen Abweichungen sind schätzbar, indem sie Mittelzahlen geben.

Diese Methode hätte das Vortheilhafte, daſs sie uns der so höchst mühsamen Brugmannschen Korrektion der Konjemaschen Methode durch Indifferenzirung des Stabes überhebt, da sie ganz unabhängig ist von dem Zustande des Stabes vor dem Versuch; weil es nur auf komparative und nicht auf absolute Grade seiner Polarität ankommt; und daſs sie uns in den Stand setzt, die Einwirkung des tellurischen Magnetismus nach den verschiedenen Neigungen an einer in demselben Stande und in derselben Entfernung und Lage gegen den Stab bleibenden Boussole angiebt; welches durchaus nothwendig ist, um vergleichbare Elongationswinkel oder auch Schwingungen von ihr ablesen zu können, und welches nicht statt finden würde, wenn man z. B. den Stab in jeder seiner verschiedenen Neigungen unmittelbar durch Anhalten der Boussole prüfen wollte.

Doch ehe man über die Ausführbarkeit dieser Methode absprechen kann, müſsten vorläufig mehrere Fragen beantwortet werden, welche die Koerzitivkraft des weichen Eisens überhaupt angehen, und deren Beantwortung von so grofsem Interesse ist, daſs die Untersuchung immer noch ein erfreuliches Resultat gewähren würde, wenn sie auch am Ende die Unausführbarkeit der Methode erweisen sollte.

So müſste, um nur einige dieser vorläufigen Fragen zu erwähnen, untersucht werden:

1) Ob wirklich das Koerzitivvermögen des ganz weichen Eisens der Art ist, daſs die rückständigen Werthe der vorhergegangenen stärkeren und schwächeren tellurischen Einwirkungen diesen proportional bleiben, wenn die Stange nach jedem Steigen und jedem

Neigen in dieselbe mittlere Stellung zurückgeführt und erst da geprüft wird.

2) In welchem Verhältniss steht dieses koerzitive Vermögen für tellurische Einwirkung mit dem bereits vorhandenen dauernden magnetischen Zustande des Stabes? Es wäre daher von ungemeinem Interesse, einem möglichst indifferent gemachten Stabe, in der Ebene des magnetischen Meridians eine Richtung zu geben senkrecht auf die der magnetischen Kräfte, ihn dann bis in diese Richtung zu neigen, und nachher in der früheren Stellung den Grad seiner dadurch erhaltenen und durch Koerzitivvermögen beibehaltenen Polarität zu messen: um darauf dem Stabe ganz allmählich zunehmende, durch Schwingungen zu bestimmende Grade von künstlicher Magnetisation beizubringen, und kontinuirlich die korrespondirende progressive Abnahme des Werthes der tellurischen Einwirkung zu suchen, und am Ende den Grad von künstlicher Magnetisation des Stabes zu finden, wo die tellurische Einwirkung keinen wahrnehmbaren Einfluss mehr auf den Zustand des Stabes haben würde.

3) Steht der Werth der tellurischen Einwirkung in irgend einem Verhältnisse mit ihrer Dauer, oder bleibt hinsichtlich auf Koerzitivkraft der Werth immer derselbe, die Stange mag einen untheilbaren Augenblick oder eine sehr geraume Zeit in der gegebenen Lage geblieben seyn?

Endlich 4) Welche andere Umstände modifiziren den Werth der tellurischen Einwirkung, wie da sind bloſse Bewegung an und für sich, Erschütterung, Reibung, Temperatur, gefärbtes Licht, astronomische Beziehungen u. dgl.?

Eine völlig genügende Beantwortung dieser Fragen würde vor allen Dingen ein eben so feines und genau konstruirtes Instrument erfordern, als dasjenige seyn müsste, wodurch die erwähnte Methode selbst (wenn sie sich als ausführbar bewähren sollte) in Ausübung zu bringen wäre. Die vollkommene Erhaltung der Stange in der Meridianebene während aller ihrer Bewegungen: eine sehr präzise Lesung der verschiedenen Neigungswinkel; eine sehr bewegliche und zuverlässige Boussolnadel an einem Faden hängend, mit möglichst groſsem Limbus, um Theile des Grades ab-

lesen zu können, und endlich mehrere Stangen von verschiedener Länge und alle von demselben weichsten Eisen.

Es geht mir bis jetzt vieles ab von diesen Bedingungen. Ein grosser Apparat, den ich von Holz konstruiren liefs, um eine Stange von 5 Fufs daran zu beobachten, misrieth ganz durch die fehlerhafte Ausführung. Die Scheibe, welche die Theilung und den Stab trägt, bewegt sich schlotternd und weicht aus der vertikalen Ebene, und aufserdem fand sich, dafs gegen die Verabredung die Stange von einer solchen an Stahl gränzenden Härte war, dafs sie nur sehr geringe Empfänglichkeit für tellurische Einwirkung zeigte, und das Ganze war für meinen Zweck unbrauchbar.

Zwei andere Stangen, eine von 19½, die andere von 16 Zoll Rheinländisch, waren von besserem Eisen, die erste sogar von sehr vorzüglichem; das messingene Instrument selbst aber ist fehlerhaft. Die Stellung der Axen gab die Vertikalbewegung nicht vollkommen in derselben vertikalen Ebene, und als ich den Axen nachhalf, fand sich, dafs die Pfosten die sie tragen eine falsche Stellung haben, so dafs sie bei Azimuthalwendungen einen Konus beschreiben. Endlich hat die Boussole, die ich anwenden mufste, zu viel Reibung auf den Stift, zu wenig Radius und auch nicht die beste Theilung. Die Resultate, die ich bis jetzt erhielt, haben also nur einen bedingten Werth; die feineren Theile der Untersuchung und die Anwendung der Schwingungsmethode hoffe ich nachträglich liefern zu können, wenn ich im Besitz eines Apparats bin, welcher der Feinheit und der Wichtigkeit dieser Untersuchungen mehr entspricht.

Im Allgemeinen bemerke ich nur, dafs die Koerzitivkraft des weichen Eisens wirklich das leistet, was die Methode von ihr verlangt, so dafs nur von der Quantität des Geleisteten die Rede noch seyn kann.

Die Stange von 16 Zoll Länge, $\frac{3}{8}$ Zoll Breite und $\frac{1}{8}$ Zoll Dicke war möglichst indifferent gemacht worden, und in der Ebene des magnetischen Meridians in einer Erhöhung ihres nach Norden weisenden Endes von 20° über die Horizontale gebracht, also sehr nahe senkrecht über die Richtung der magnetischen Kräfte hiesigen Orts. Die Scheibe, welche die Grade der zu gebenden Neigungen und Erhöhungen mifst, stellte ich so, dafs ihr Nullpunkt an die so gerichtete Stange kam, und dafs folglich der Neigungsgrad 90 gleich ist einer Neigung von 70°. Das Ende des Stabes reichte bis gegen den Stift einer daneben stehenden Boussole, deren Nadel ohne Einwirkung des Stabes im Meridian und folglich parallel mit dem Stabe sich

richtete, in der Entfernung von etwas mehr als der Radius der Bussole. Nun wurde das nach Norden zeigende Ende des Stabes

um 20 Grad geneigt, dann zurückgeführt in die vorige Stellung;
es stieſs den Nordpol der Boussole ab um 13°
um 20 Grad erhöht, und zurückgeführt in die vorige Stellung;
es stieſs den Nordpol der Boussole ab um 10½° } Diff. 2½.

um 30° geneigt, dann zurückgeführt u. s. w.	13°	}	Diff. 4.
— — erhöht — — —	9°		
um 40° geneigt — — —	14°	}	Diff. 6.
— — erhöht — — —	8°		
um 50° geneigt — — —	14½°	}	Diff. 7.
— — erhöht — — —	7½°		
um 60° geneigt — — —	15°	}	Diff. 8.
— — erhöht — — —	7°		
um 70° geneigt — — —	15½°	}	Diff. 9.
— — erhöht — — —	6½°		
um 80° geneigt — — —	16°	}	Diff. 9½.
— — erhöht — — —	6½°		
um 90° geneigt — — —	16°	}	Diff. 10.
— — erhöht — — —	6°		

Wir sehen zuerst an diesem Beispiele, daſs die Differenzen der Polarität durch Koercitivkraft wirklich zunehmen bis zu der Neigung 70° unter dem Horizont, von wo aus sie wiederum abnehmen. Die Progression dieser Zunahme ist 2½, 4, 6, 7, 8, 9, 9½, 10. Oder eigentlich, wenn wir bei diesen an sich sehr kleinen Bogen den Werth dieser Bogen als den ihrer Sinus betrachten, und die magnetische Abstufung als unter dem Gesetze des umgekehrten der Quadraten in Entfernung stehend uns denken, so ist die Progression wie die Zahlen 59, 88, 132, 154, 176, 188, 214, 220. Die mathematischen Verhältnisse dieser Zahlen zu den korrespondirenden Neigungswinkeln der Stange aufzusuchen, wäre vor der Hand vergeblich, weil aus den oben erwähnten Gründen die Beobachtung noch nicht als ge-

hörig genau betrachtet werden kann. Ein Umstand aber, der sogleich auffallend wird und woraus man geradezu auf die Unausführbarkeit der Methode schliessen würde, ist der überaus geringe Unterschied der Differenzen für die letzten Grade, auf welche es doch ankommt, sogar wenn man sie wie hier von 10 zu 10 Graden nimmt. Ohne einige Vorliebe für die vorgeschlagene Methode muss ich doch Folgendes bemerken.

1) Zu den Versuchen, wovon ich einen hier als Beispiel ausgehoben, konnte ich nur die kürzeste Stange von 15 Zoll anwenden, die obendrein nicht von sehr weichem Eisen ist. Die bessere und längere von 19½ Zoll kann ich wegen der Dimensionen des Gestelles nicht bis 90°, sondern nur bis auf 40° Neigung und Erhöhung über und unter den mittleren Stand vergleichen. Zum Beweis aber, dass eine grössere Stange von besserem Eisen viel grössere Differenzen, und folglich mehr Sicherheit, gewähren würde, dienen schon die Angaben dieser Stange von 19½ Zoll. So weit ich sie nämlich wegen der Konstruktion des Instruments komparativ neigen und erhöhen konnte, waren sie

um 20 Grad	geneigt und zurückgeführt, Nordpol abstossend	27°	Diff. 4.
	erhöht — — . .	23°	
um 30 Grad	geneigt — — . .	28°	Diff. 7½.
	erhöht — — . .	20½°	
um 40 Grad	geneigt — — . .	28½°	Diff. 10.
	erhöht — — . .	18½°	

Hier sind bei einer nur 3½ Zoll grösseren Länge die Veränderungen des Standes der Boussole bereits schon viel beträchtlicher; schon bei 40° ist der Unterschied eben so gross, wie er bei dem ersten Stabe für den Winkel 90 war. Da nun aber zu einem heterodromisch bewegten Stab von 3 Fuss Länge ein bequemerer und sichrerer Mechanismus nicht voluminenser zu seyn brauchte, als eine gewöhnliche Neigungsboussole, indem man bei dem Nichtgebrauch den Stab abnehmen und für sich transportiren kann, so lässt sich wegen der Kleinheit der obigen Differenzen noch nicht peremtorisch absprechen gegen die praktische Ausführbarkeit der Methode.

2) Der

2) Der Stand der Boussole war ferner in den angeführten Versuchen nicht günstig, um die gröfstmöglichen Elongationen zu erhalten. Denn der Mittelpunkt der Kräfte des Stabes korrespondirte beinahe dem Mittelpunkte der Nadel, um welchen sie sich auf dem Stifte wendet. Viel gröfser würden die jedesmaligen Elongationen ausfallen, wenn die Mittelpunkte der Kräfte, sowohl des Stabes als der Nadel, gerade gegenüber zu stehen kämen.

3) Ferner hatte meine Nadel nur 4 Zoll Radius und bewegte sich auf einem Stifte. Dafs eine längere an einem Faden hängende bedeutend gröfsere Differenzen angiebt, weifs ich aus Erfahrung, und versteht sich ohne diese; und endlich würde nichts hindern, beiden Endspitzen der Nadel einen sehr leichten am besten nicht metallischen Bogen als Nonius zuzugeben.

Folgende Ansichten, die ich vorläufig mittelst meines etwas unzuverlässigen Apparats abgewann, erwähne ich ebenfalls nur, so zu sagen, interimistisch, um in einer so wichtigen Sache nicht durch Fehler der Instrmente der Wahrheit etwas in den Weg zu legen.

I. Innerhalb gewisser Gränzen scheint eine bereits bestehende Polarisation des Stabes den erwähnten Erfolg des tellurischen Magnetismus und der Koerzitivkraft nicht zu stören, wenn beide Pole des Stabes sich in ihrem eigenthümlichen Azimuth bewegen. D. h. die Differenzen zwischen Heben und Neigen um gleiche Grade befolgen dieselbe Progression, wenn nur das nördlich bethätigte Ende nach Norden, das südliche nach Süden gerichtet ist. Wo aber diese Gränze liegt, mufs erst gesucht werden, oder ob es überhaupt eine solche wirklich giebt. Die Frage wäre eigentlich so zu stellen: Das Gleichgewicht der Thätigkeiten eines körperlichen Magnets als eines Faszikels von einfachen linearen magnetisch polarisirenden Urfibern besteht darin, dafs ein bedeutender Antheil der Thätigkeiten, die in jeder einzelnen Urfiber differenzirt waren, wieder in denselben gebundenen und neutralen Zustand zurücktreten, in welchem sie im Eisen waren. *Il se recompose du fluide naturel*, nach dem anschaulich bildlichen Ausdruck des französischen Physikers, dem die Physik des Magnets so viel verdankt. Es frägt sich nun, ob dieser Antheil neutralisirter Thätigkeiten (dieses *fluide naturel*) im Magnetstabe eben so

wie im unmagnetischen Eisen durch die tellurischen Kräfte affizirt wird, oder bei welchem Grade der Polarität, vom Minimum an gerechnet bis zur Sättigung, dieser Erfolg aufhört.

II. Wenn die Pole eines innerhalb gewissen Gränzen polarisirten Stabes widersinnig im Meridian liegen, und dann um die Aequatorial-Neigungsrichtung wechselseitig um gleiche Grade erhöht und geneigt werden, dann verändert sich der Werth jedes Pols in zwei alternirenden Progressionen bis zu einem gewissen Grad, wo ferneres Steigen oder Sinken keinen durch die Koerzitivkraft wahrnehmbaren Unterschied mehr gestattet; und zwar wird dieser konstante Zustand sehr bald erreicht.

Beispiel. Ein Stab von sehr weichem Eisen mit ziemlich starker Polarität wurde widersinnig im Meridian gelegt, und zwar in horizontaler Richtung.

Sein nach Norden weisendes Ende zog den Nordpol an um 41 Grad, geneigt bis 70° unter den Horizont, und zurückgeführt zur Horizontalen

zog er ihn nur noch um	24	(Diff. — 17.)
erhöht um 70 und zurückgeführt zur Horizontal. zog an	34	(Diff. + 10.)
geneigt um 70	30	(Diff. — 4.)
erhöht um 70	38	(Diff. + 8.)
geneigt um 70	35	(Diff. — 3.)
erhöht um 70	35	(Diff. 0.)

Also für Neigungen 17, 4, 3, 0, Verminderungen der südl. Kraft.
Für Erhöhungen 10, 8, 0, Vermehrungen der südl. Kraft.
Stationaire Zustand 35. Verlust 6.

Daſs die letzterwähnte Klasse von Beobachtungen geeignet ist, zur Lösung des eben erwähnten Problems beizutragen, ist augenscheinlich; aber gerade hier stöſst man auf die gröſsten Anomalien, so wie z. B. der Werth von 38° Elongation im vorigen Versuche schon eine solche zu seyn scheint. Es kommt alles darauf an, für die künstlichen Elongationen des Stabes jenseits und diesseits der Aequatorial-Neigungsrichtung einen Mechanismus zu finden, der den Bedingungen der Beobachtung entspräche, und der Sicherheit eines Kreis- oder Passage-Instruments nahe käme.

Daſs die Koerzitivkraft des Eisens für einen gegebenen Grad tellurischer Einwirkung nicht durch die Dauer dieser Einwirkung zunehme, scheint

mir jetzt ausgemacht, so sehr auch gewisse andere Erscheinungen das Gegentheil zu fordern scheinen.

Ich brachte das Nordende des Stabes in die Neigung von 70 Grad, und bemerkte genau, um wieviel Grade es die Südspitze der parallel daneben gestellten Boussolnadel aus der Meridianstellung abgelenkt hatte. Nach mehreren Tagen fand ich die Boussolnadel in derselben Stellung, ohne die mindeste Zunahme von Polarität des Stabes. Lieſs ich nachher das beobachtete Ende durch einen halben Kreis steigen und führte es sogleich wieder in die vorige Neigung von 70°, so kam augenblicklich die Boussolnadel in dieselbe frühere Lage zurück, obgleich sie doch während der Umdrehung in den Halbkreis ihre magnetische Verhältnisse kontinuirlich und sehr bedeutend geändert hatten.

Und eben so habe ich nie den mindesten Unterschied des durch Koerzitivkraft zurückgebliebenen Werthes einer eben vorhergegangenen tellurischen Einwirkung finden können, wenn ich absichtlich den Stab mit der gröſstmöglichen Schnelligkeit auf und nieder führte, so daſs er in der gegebenen äuſsersten Neigung nur einen untheilbaren Augenblick verblieb, oder vielmehr nur durch diese Lage gleichsam durchging. Die durch Koerzitivkraft beibehaltene Polarität war immer dieselbe, als nach einem auch noch so langen Beharren in der nämlichen Neigung.

Ich habe oft eine Magnetnadel Monate lang vor dem einen Ende eines senkrecht stehenden Stabes von weichem Eisen stehen lassen, und nie wahrgenommen, daſs der Winkel, um welchen sie aus der Meridianstellung durch die tellurisch affizirte Stange abgestoſsen war, auch im mindesten zugenommen hätte. Es versteht sich, daſs ich zu diesem Versuche, wie zu allen bis jetzt erwähnten, sehr leichte und kurze Nadeln wählte, deren Masse gegen die des Stabes so äuſserst gering war, daſs eine Reaktion derselben auf den Zustand der Stange nicht zu fürchten war.

Hiemit streitet nun die Erklärung, die man gewöhnlich giebt von der Erzeugung eines dauernden Magnetismus in Eisenstangen, die lange unverrückt in einer senkrechten Stellung verbleiben. Die bloſse Dauer der tellurischen Einwirkung scheint mir aber nicht geeignet, das Phänomen zu erklären. Denn da mehrere Tage, Wochen, ja Monate keinen wahrnehmbar gröſseren Effekt hervorbrachten, als ein augenblicklich vorübergehender Durchgang durch eine gegebene Neigungslage, so ist nicht abzusehen, wie selbst einige Jahrhunderte eine so ungeheure Veränderung hervorbringen

sollten, als da ist die Verwandelung einer ursprünglichen indifferenten Stange in einen Magnet, der mehrere Pfunde Eisen zu tragen vermag, wovon die Beispiele vorhanden sind. Nicht die bloſsn Dauer an sich, sondern die anderweitigen Wirkungen, womit diese Dauer angefüllt war, scheinen daher den Grund dieser Erscheinung zu enthalten; und wenn die auf Thürmen oder auch auf ebener Erde (denn auch hiervon hat man Beispiele) senkrecht aufgestellten Stangen die besagten Zunahmen ihrer magnetischen Koerzion zeigten, so war es wohl nur, weil sie nicht wie die unserer Versuche gegen dergleichen Nebenwirkungen möglichst geschützt waren.

Es wäre zu wünschen, daſs über den etwanigen Einfluſs der Dauer magnetischer Wirkungen auch in andern Fällen Untersuchungen angestellt würden. Coulomb hat die wissenschaftliche Grundlage einer Theorie der magnetischen Vertheilung gelegt, in seinem normalen Versuch über den wechselseitigen Einfluſs von sechszehn Blechen, deren Kräfte er maſs, sowohl einzeln als in Gruppen von 2, 4, 6 etc., und dann wiederum vereinzelt und auseinander genommen. Diese herrliche Arbeit läſst nichts zu wünschen, als etwa eine komparative Schätzung der Polaritätsverhältnisse, nach einer momentanen Berührung und nach einer sehr lange fortgesetzten. Aller Wahrscheinlichkeit nach würde auch hier die Dauer an sich keinen Unterschied in dem Erfolge bedingen.

Daſs die bloſse Bewegung an und für sich einen Einfluſs auf die Art der Polarität eines Stabes übe, behauptet Brugmanns in folgender mir stets sehr dunkel gebliebenen Stelle *). Brugmanns sagt: „Ich hob den eisernen Stab AC, der vorhin ganz unmagnetisch war, geschwind in die Höhe, als wenn ich ihn wider einen Körper mit Gewalt stoſsen wollte, und es zeigte sich bald am untern Ende der Südpol und am andern der Nordpol. Wie ich hierauf den Stab umkehrte, und nach unten zu bewegte, als wenn ich ihn wider den Boden werfen wollte, so wurden die Pole, nachdem ich dies einigemal wiederholt hatte, verwechselt, und am untern Ende kam der Nordpol, so wie am obern der Südpol zum Vorschein.“ Wenn nicht irgend ein Fehler des Uebersetzers den Sinn entstellt, oder irgend ein Mangel in der Beobachtung den sonst so genauen Physiker irre führte, so hätten wir in dieser Thatsache etwas sehr paradoxes und auſser allen Analogien liegendes. Daſs der magnetische Zustand geändert wird

*) Brugmanns l. c. S. 119.

durch eine kurze und rasch gehemmte Bewegung, selbst ohne eigentlich sogenannten Stofs, ist wohl begreiflich; denn an sich kann die sehr plötzliche Hemmung der Stange in ihrer Bewegung nicht statt finden, ohne eine innere Erschütterung ihrer Theile, da diese Theile sich sogar durch die Trägheit von einander losreifsen würden, wenn die Kollision minder stark wäre. Dafs aber die senkrecht steigende Bewegung am unteren Ende eine andere Polarität erzeugen sollte, als die senkrecht fallende, dieses schien mir von jeher unbegreiflich; denn wahrlich, man müfste einen grofsen Theil der uns bekannten Thatsachen über den Magnetismus vergessen, um noch mit Aepinus einiges Genügende in der Vorstellung zu finden, dafs südliche Polarität mit dem — E und nördliche mit dem + E im Franklinischen Sinne zu vergleichen geschickt sei. Wollte man aber diese hypothetische Ansicht gelten lassen, dann brauchte man allerdings nur noch der magnetischen Flüssigkeit im Eisen einen gewissen Grad von Trägheit anzudichten, um gewissermafsen einzusehen, dafs die Folge der plötzlich gehemmten steigenden Bewegung eine quantitative Verminderung der Flüssigkeit im unteren Ende sei, und dafs umgekehrt eine eben so plötzlich gehemmte Bewegung von oben nach unten die magnetische Flüssigkeit im unteren Ende anhäufen werde. Doch fühlt ein Jeder die Dürftigkeit dieser Hypothesen. Auch gelang es mir nie, diesen Unterschied wahrzunehmen, so oft ich auch die entgegengesetzten Bewegungen aus freier Hand versuchte. Wenn aber die Bewegung an sich einen solchen Einfluss hätte auf die Polarisation des Stabes, so müfste derselbe Stab einen anderen Grad von Polarität erhalten, wenn man ihn heterodromisch um den Mittelpunkt seiner Länge wendet, als wenn man ihn in derselben Meridian-Ebene und um einen gleichen Bogen homodromisch, das heifst um einen seiner Endpunkte bewegt. Denn in dem letzten Falle ist in der einen Hälfte des Stabes viel weniger Bewegung als in der andern, während beim gleicharmigen heterodromischen alles gleich ist in zwei korrespondirenden Punkten beider Hälften. Aus der möglichst genauen Vergleichung beider Arten der Bewegung, sowohl bei langsamer als bei sehr schneller Bewegung des Stabes, ergab sich aber, dafs ein gegebenes Ende des Stabes ganz gleiche Polarität erhielt, und ganz gleiche Antheile davon durch Koerzitivkraft behält, der Stab mag homodromisch oder heterodromisch im Meridian, mit welcher Geschwindigkeit man will, bewegt werden. Wenn daher eine Methode die Richtung der magnetischen Kräfte mittelst der Koerzitivkraft des weichen, unmagnetischen Ei-

sens zu finden in Ausübung kommen sollte, so könnte man ohne Bedenken den Stab heterodromisch bewegen; die erzeugte Polarität, die in jeder andern Hinsicht dieselbe seyn muſs, als bei der homodromisch bewegten, würde es auch bleiben, ohngeachtet in diesem letzten Falle das eine Ende des Systems das Maximum der Bewegung hat, und das entgegengesetzte in Ruhe bleibt. Die Vortheile der heterodromischen Bewegung sind eine viel kleinere Dimension des Werkzeugs, bei gleicher Länge und gleicher Polarität des Stabes, und auch der wichtige Umstand, daſs die Stange in jeder Lage von selbst im Gleichgewicht ruht. Zwar werden die Neigungsbogen um die Hälfte kleiner, aber man erhält dafür eine doppelte Lesung, und mit Hülfe des Nonius läſst sich ein sehr hoher Grad von Genauigkeit erhalten, so daſs nichts zu wünschen übrig bliebe, wenn die Lesung an der Boussole eine nur entfernt ähnliche Genauigkeit gewähren möchte, welches jedoch bei einer längeren an einem Faden hängenden Nadel und mittelst eines an jedem Ende angebrachten sehr leichten Bogens mit Nonius zu erzielen wäre.

Was die mechanische Erschütterung vermag, um den Einfluſs des tellurischen Magnetismus zu begünstigen, ist bekannt genug, und man weiſs längst, daſs die so auffallenden Wirkungen des Stoſsens, Bohrens, Feilens nur in Beziehung auf die Meridianstellung des so behandelten Eisens eintreten, gerade wie die elektrischen Entladungen, die ich im magnetischen Aequator sowohl bei Stahl als bei Nickel völlig unwirksam fand, mit Ausnahme der geringen magnetischen Polarität, die an den beiden Längenflächen oft deutlich genug erzeugt werden, und deren Nichtbeachtung zu falschen Resultaten Gelegenheit gaben. Daſs aber schon die sehr zarte Reibung eines weichen Körpers unerwartet stark den tellurischen Magnetismus begünstigen könne bei sehr weichem Eisen, hatte ich Gelegenheit wahrzunehmen, als ich mich vor mehreren Jahren mit den Beobachtungen des rühmlich bekannten Physikers, Herrn Professor Heller, beschäftigte, der durch vieljährige Beobachtungen gefunden haben wollte, daſs ein senkrecht stehender Stab weichen Eisens eine von der Stellung des Mondes in den Syzygien oder Quadraturen abhängige periodische Veränderung erleidet. Er hat eine eigene Vorrichtung, um einen solchen Stab vor die Nordspitze einer Boussole durch senkrechtes Ausziehen des Stabes aus einer Nuthe vorbeizuführen, und bemerkt den Punkt des Stabes, bei welchem der Nordpol der Boussole vom Stabe abgeht. Die ganze Strecke, welche den Nordpol

noch anzieht, nennt er Südpollänge, und diese findet er veränderlich, und zwar so, daſs jeden Monat die Südpollänge kurz vor und nach einem neuen Mondstande am gröſsten, in dem Uebergange eines Mondstandes zum andern am kleinsten wird. Dieses soll ein anderer Beobachter an einem ähnlichen Instrumente bewährt gefunden haben; und Ritter hatte nach Mittheilung einer halbjährigen Reihe von Beobachtungen darüber berichtet und Resultate gezogen.

Da ich von dem ersten Urheber dieser Klasse von Beobachtungen unmittelbar eingeladen wurde, mich mit denselben zu beschäftigen, so unterzog ich mich dieser Pflicht. Mein Instrument ist auf das genaueste nach seiner Angabe konstruirt, bis auf einen Unterschied, den ich sogleich weiter unten berühren werde.

Herr Heller empfiehlt vier Reihen von Beobachtungen, die aber im Wesentlichen auf die zwei folgenden zurückzuführen sind: 1) Der senkrechte Stab steht genau im magnetischen Meridian, südlich hinter der im Meridian gerichteten Boussolnadel, nur daſs durch die Anziehung des durch ihre senkrechte Stellung südlich gewordenen oberen Endes des Stabes der Nordpol der Nadel gegen dieses Ende steht, und folglich die Nadel vollkommen umgekehrt ist.

Oder 2) Der Stab steht so hinsichtlich auf die Boussolnadel, daſs er dem Mittelpunkte derselben gerade gegenüber liegt in einer Linie, die 90° macht mit dem magnetischen Meridian, und da der Nordpol der Nadel angezogen ward vom obersten Ende des Stabes, so steht die Boussolnadel senkrecht auf den Meridian.

Nun sucht man in diesen beiden Stellungen durch Ausziehung des Stabes aus seiner Nuthe den Punkt in der Länge desselben, wo der Nordpol der Nadel von dem Stabe abgeht, um wiederum nach Norden zu weisen.

Man nennt diese Strecke des Stabes, die man jedesmal herausziehen muſs bis zur Wendung der Nadel, die Südpollänge, als diejenige, welche wirklich die südliche Thätigkeit ausübt. Diese nun soll sich veränderlich ergeben, und zwar nach den erwähnten astronomischen Bedingungen.

Zuvörderst bemerkt Herr Heller, daſs in der ersten Stellung die Nadel sich unmittelbar ganz umwendet, sobald sie einem gewissen Punkte gegenüber zu stehen kommt; weshalb er für diese Reihe von Beobachtungen diesen Punkt und die korrespondiren Länge des ausgezo-

genen Stabes als die wahre Südpollänge aufschreibt. In der zweiten hingegen bleibe die Nadel nach der Entfernung ihres Nordpols einige Zeit stehen, ehe sich der Südpol an den Stab begiebt; für diesen Fall schreibt er beide Punkte auf, unter der Benennung Südpollänge und Nordpollänge. Aber in beiden Fällen sollen die erwähnten Längen veränderlich seyn, obgleich in der ersten Stellung viel merklicher und auffallender, als in der zweiten.

Was nun die erste Stellung betrifft, so ist es leicht einzusehen, daſs sie gar nicht geeignet ist, Unterschiede in der Südpollänge mit Sicherheit anzugeben, wenn auch wirklich dergleichen da wären. Das Abgehen der Nordspitze von der unteren nördlichen Strecke des Stabes hängt von zu viel Zufälligkeiten ab. Denn so lange die Nadel vollkommen ruhig bleibt, so wirkt sowohl die abstoſsende Kraft des Stabes, als die dirigirende Kraft des Erdpols, parallel mit der Längendimension der Nadel, und die eigentliche Wirkung des Stabes ist nur die Nadel in der Richtung des Meridians von sich ab gegen ihren Stift anzudrücken. Die mindeste zufällige Erschütterung der Nadel bringt sie aber in eine Richtung, wo die abstoſsende Kraft des Stabes nicht mehr parallel mit ihr wirkt, und folglich die Nadel viel mehr zur Bewegung durch einen Bogen sollicitirt, worauf sogleich die totale Umdrehung der Nadel folgen muſs, weil in demselben Moment die dirigirende Kraft ebenfalls aufhört parallel mit der Nadel zu wirken. Es giebt aber einen andern noch viel wichtigeren Umstand, der die etwanigen zufälligen Oszillationen der Nadel in dieser Stellung entscheidender macht. Wenn nämlich durch Ausziehen der Stange ihre nördliche Strecke vor die Nadel geführt wurde, und anfängt sie abzustoſsen, so wirkt noch die darüber stehende südliche Strecke um sie zurückzuhalten, und die Nadel geht eigentlich nur dann ab, wenn diese Anziehung geringer geworden ist als die Abstoſsung des unteren nördlichen Theils. Die mindeste zufällige Schwankung der Nadel entfernt sie nun von den zwei erwähnten Anziehungs- und Abstoſsungspunkten; aber der Erfolg dieser Elongation ist für beide Kräfte sehr verschieden. Die ungünstigere Richtung der entfernteren anziehenden Kraft, die eigentlich nur hebend nach oben wirkt, wird dadurch viel weniger geändert, als die Richtung der abstoſsenden, deren Mittelpunkt näher liegt, und die durch dieselbe geringe Elongation sogleich verhältniſsmäſsig viel mehr Senkrechtheit gewinnt, in dem Sinne, wo die Bewegung erfolgen kann, weshalb auch die Abstoſsung sogleich erfolgt. Den Beweis, daſs die auf diesem Wege herausgebrachten Südpollängen einer sehr groſsen Zufälligkeit

ligkeit unterworfen sind, erhält man leicht, wenn man die Nadel, nachdem sie zuerst von selbst vom Stabe abgegangen ist, sehr behutsam von ihm zurückführt und in gröſster Ruhe erhält; alsdann bleibt sie fast jedesmal vor dem Stabe. Zieht man nun den Stab um einen Zoll z. B. heraus mit gehöriger Vorsicht, so geht die Nadel wieder ab, kann aber durch dasselbe Mittel wieder herangebracht werden, und oft gelingt dasselbe ein drittesmal, wodurch also scheinbare Unterschiede in der Südpollänge entstehen, die oft an 2⅛ Zoll betragen, und doch nur von auſserwesentlichen Umständen herrühren. Gerade dasselbe findet statt, wenn man mehreremal hinter einander die Südpollänge durch das bloſse Abgehn des Nordpols bestimmt: denn obgleich dieses Ausziehen fast in demselben Augenblick wiederholt ward, so wird man doch oft Unterschiede von fast 3 Zoll finden. Auffallend ist auf den ersten Augenblick die Erscheinung, daſs, wenn ein gewisser Punkt der südlichen Strecke des Stabes vor der Boussole zu stehen kommt, die Nadel in vier ganz verschiedenen Stellungen zur Ruhe kommen kann. Einmal mit der nördlichen Spitze gegen den sie anziehenden Punkt südlicher Thätigkeit am Stabe; dann ebenfalls im Meridian, aber mit ihrer Nordspitze gegen Norden; dann 30 — 35 Grad östlich davon; und endlich um eben so viel Grade westlich: doch ist dieses Spiel der Kräfte leicht zu entziffern.

Betrachtet man diese durch ein so schwankendes Gleichgewicht der Kräfte bedingte Erfolge, und bedenkt man, daſs Herr Haller kein anderes Prüfungsmittel des Zustandes seines Stabes hat, als eine sehr kleine ganz frei stehende Nadel, deren Stift auf dem obersten Theil eines sehr hohen hölzernen Gestells angebracht ist, aus dessen Nuthe so eben ein gedrängt darin passender Stab ausgezogen wird, so muſs man gestehen, daſs unter den erwähnten Umständen das jedesmalige Abgehen einer solchen Nadel und die daraus geschlossenen Variationen der Pollängen des Stabes mit ungemein vieler Zufälligkeit behaftet sind, und so fand ich sie auch wirklich, ohne jedoch irgend eine Beziehung auf den Mond wahrnehmen zu können.

Aus diesen Gründen, und um nichts in dieser Sache unversucht zu lassen, hielt ich mich an die zweite Klasse von Beobachtungen, jedoch mit Anwendung einer Boussole, die uns in den Stand setzt, die Polarität jedes

Punktes des Stabes mittelst der Elongationsbogen der Boussole, zwar nicht genau zu messen, aber doch approximativ zu bestimmen. Der Nullpunkt der Thätigkeiten aber wird hierdurch ganz genau angegeben für den Punkt des Stabes, vor welchem die Boussole im Meridian einspielt. Ich gestehe, erwartet zu haben, daſs bei dieser Prüfungsart der Stab sich unverändert zeigen würde, in Hinsicht sowohl der Nullpunkts, als des Werthes der tellurisch erregten Polarität jedes andern Punktes nach oben und unten. Dieses aber traf bei weitem nicht ein, und es traten oft sehr bedeutende Abweichungen von dieser Gleichförmigkeit des Zustandes ein, die ich eine geraume Zeit täglich, wie mir anbefohlen war, aufschrieb, denen ich aber durchaus keine Uebereinstimmung mit den Mondsbrüchen abgewinnen konnte. Eingetretene Umstände brachten mich von diesen langweiligen und zu keinem Resultat führenden Tabellen ab, mit der Ueberzeugung, es herrsche hier eine Täuschung, die auf einem andern Wege sich wohl ergeben würde. Als ich vor einiger Zeit wieder an diesen Gegenstand ging, änderte ich die Methode der Beobachtungen dahin, daſs ich den Stab ganz frei um seine Axen sich bewegen lieſs, und da er so keine Aenderung der Polarität durch die bloſse Dauer der Zeit an seinen Endpunkten wahrnehmen lieſs, so folgte nothwendig daraus, daſs auch die Polarlänge und die ganze Vertheilung der magnetischen Thätigkeit unverändert blieben, wenigstens so weit die Genauigkeit meiner Beobachtungen reicht. Der Stab wurde nun wieder in den Hellerschen Apparat gebracht, nicht mehr, um ihn vorschriftsmäſsig nur einmal des Tages zu beobachten, sondern um frei und kritisch damit umzugehen, und nun fand sich bald, daſs nicht der Mond, sondern ein ganz kleiner Streifen Tuch, eine Linie breit, es war, der die paradoxe Erscheinungen bewirkte. Dieser Streifen ist am Gestell vor der eisernen Stange angebracht, um sie vor dem Schlottern beim Herausziehen zu bewahren, und um dazu beizutragen, sie in jeder Stellung zu erhalten. Diese ungemein geringe Reibung ist hinlänglich, den Einfluſs des tellurischen Magnetismus auf einen senkrechten Stab sehr weichen Eisens auf folgende Weise zu modifiziren.

Siehe Figur I. und II.

Figur I.

A

	1	2	3	4
6	12	26½	31½	33
0	$8\frac{2}{12}$ —	$7\frac{11}{12}$ —	$7\frac{4}{12}$	$7\frac{4}{12}$

B

Figur II.

B

	1	2	3
6	27	34	36
0	$9\frac{23}{24}$	$9\frac{3}{4}$	$8\frac{2}{12}$

A **Figur I.**

Länge des Stabes 18 Theile, und jeder Theil in 12.

Ich beobachtete die Punkte 6 und 12 als das oberste und unterste Drittheil.

Stellung A. B.

1) Der Punkt 6 zog den Nordpol an um 12 }
Der Punkt 12 zog den Südpol an am 26½ } der Nullpunkt bei $8\frac{2}{12}$.

hereingestofsen, und wieder herausgezogen:

2) 6	Nordpol an	. .	26½	Nullpunkt	$7\frac{1}{12}$.
12	Südpol an	. .	28½		

dasselbe unmittelbar wiederholt:

3) 6	Nordpol an	. .	31½	Nullpunkt	$7\frac{4}{12}$.
12	Südpol an	. .	61½		

dasselbe wiederholt:

4) 6	Nordpol an	. .	33	Nullpunkt	$7\frac{4}{12}$.
12	Südpol an	. .	66		

Figur II.

Dasselbe für die umgekehrte Stange B. A.

Ich liefs einst während drei Wochen eine sehr bewegliche Boussole vor dem Stab; in dieser Zeit hatte die Nadel ihre Elongation vom Meridian nicht geändert. Nun rieb ich den frei stehenden Theil des Stabes ganz sanft mit einem sehr weichen Körper; die Boussole wich sogleich um 5 Grad aus ihrer Stellung, und die Stange beharrte durch Koerzitivkraft in diesem neuen Gleichgewichte der Vertheilung. Nach diesem wird mir begreiflich, wie eine Stange, die zufällig von weichem Eisen war, und auf eine Thurmspitze senkrecht zu stehen kam, in einer Höhe, wo fast nie Windstille ist, durch beinah ununterbrochene Erschütterung und Schwingung ihrer inneren Theile, worauf doch die Reibung hinausläuft, nach einem oder mehreren Jahrhunderten ihren magnetischen Zustand bedeutend verändern muſs.

Daſs man noch nicht versucht hat, den Stahlstäben während der magnetisirenden Behandlung durch gehörig angebrachte Zitterung und Schwingungen ihres Innern zu Hülfe zu kommen, ist auffallend. Vielleicht lieſse sich etwas Bedeutendes auf diesem Wege leisten. Denn daſs durch die jetzigen Methoden die magnetisirten Stäbe bereits mehr Polarität erhalten, als sie nach der Behandlung erhalten können, ist kein Ein-

wurf, weil eben die Frage ist, ob die Erschütterung nicht das Koerzitivvermögen modifiziren würde.

Wenn daher die in Rede stehende Methode, die Neigung zu bestimmen, einer Ausführung fähig ist, so muſs das Instrument so konstruirt seyn, daſs die Stange nicht unmittelbar berührt wird, wenn man sie in Bewegung zu setzen hat; sondern dies muſs geschehen mittelst eines Trägers, an dem auch die Nonius anzubringen sind. Denn obgleich nur sehr weiches Eisen so empfindlich für Reibung ist, so ist dieser Umstand hier nicht zu übersehen, weil gerade ein solches Eisen allein zu diesem Zwecke taugt.

Belangend den Einfluſs der Temperatur auf tellurische Polarisation, hätte ich mir vorzüglich ein sehr genaues Instrument gewünscht, um den etwanigen Unterschied seiner Ansagen selbst innerhalb der Gränzen, die in der Atmosphäre statt finden, wahrnehmen zu können. Dieser Gegenstand ist zwar hinsichtlich auf eine etwanige Ausübung der in Vorschlag gebrachten Methode von keiner Wichtigkeit, da es bei derselben nicht auf absolute, sondern nur auf relative Grade der Polarität ankommt, und die zusammengehörigen Grade jedesmal in einem so kurzen Zeitraume beobachtet werden, daſs auf keine Veränderung der Temperatur des Stabes Rücksicht zu nehmen ist; aber um so wichtiger erscheint der Gegenstand in seinen allgemeinen Beziehungen auf die Physik des Magneten, und namentlich auf die noch immer nicht widerlegte Cantonsche Ansicht der täglichen Abweichung, und auf die Morechinischen Behauptungen. Ich begnüge mich, einige Erfolge begonnener Untersuchungen vorläufig zu erwähnen, in der Hoffnung, bei einer andern Gelegenheit mich gründlicher einlassen zu können.

Daſs die Erhöhung der Temperatur die tellurisch bedingte Polarität des Stabes ändern würde, war zu erwarten. Oft bewirkte ich in der That mittelst einer Weingeistflamme an einem Stab von $18\frac{1}{2}$ Zoll Länge (und einen Querschnitt von $\frac{3}{8}$ auf $\frac{3}{8}$ Zoll) Veränderungen der Polarkraft von 8 bis 11 Grad Angularwirkung auf die Boussole. Während des Erkaltens änderte sich dieser Zustand nicht, und blieb permanent, wodurch diese Wirkung von der des Turmalins ganz getrennt wird. Ferner schien es mir, daſs die nicht erwärmte Hälfte jedesmal den Zuwachs der Kraft zuerst und am mei-

sten erhielt, welches den bekannten Analogien gemäſs wäre; doch bedarf das Quantitative dieser Erfolge eine fernere Bearbeitung des Gegenstandes. Die gröſsere oder geringere Masse des durch Wärme behandelten Stabes hat auch hier sehr bedeutenden Einfluſs.

Ein dünner unmagnetischer Eisendrath von 6 Zoll Länge wurde im magnetischen Meridian nach Azimuth und Neigung vom Mittelpunkt aus nach einem Ende, und dann nach dem andern, mittelst einer Kerze meist bis zum Glühen erwärmt. Gleich nach den ersten drei oder vier Strichen fand sich jedesmal Polarität ein, und diese nahm zu mit der Anzahl der Striche bis zu einem gewissen Maximum. Die Wirkung und ihre Zunahme wurde geprüft:

a) Mittelst der Boussolnadel; wo sich nach den ersten Strichen ebenfalls wie in Morechini's Licht-Magnetisationen fand, daſs die Anziehung der freundschaftlichen zuerst hervortrat, und erst später die Abstoſsung der gleichnamigen, wie ganz natürlich; denn der schwach polarisirende Drath wirkt anfänglich noch auf beide wie Eisen, daher anziehend, und die Abstoſsung muſs sich später zeigen, weil sie die Differenz ist des polarisirenden und des natürlichen Eisens, während die Anziehung der ungleichnamigen die Summe beider ist.

b) Durch die Richtung des an einem ungesponnenen Faden aufgehängten Draths; daſs sie nach den ersten Strichen noch nicht genau einspielten, schien mir ebenfalls; nach 10—15 Strichen richteten sie sich genau wie die Boussolnadel.

c) Durch die Anzahl der Schwingungen; ich sah sie bei derselben aufgehängten Nadel in den verschiedenen Stadien der Behandlung zunehmen von 8 bis zu 6 Sekunden auf jede Schwingung.

d) Die Inversion der Pole gelang vollkommen wie beim Streichen mit dem Magnet; aber die relativ correspondirende Anzahl der Striche und Gegenstriche muſs ferner bestimmt werden.

e) Das reziproke Streichen mit der Flamme im Meridian, aber in bloſs horizontaler Stellung, gab ebenfalls Polarität, jedoch viel schwächere.

f) Das Streichen mit der Flamme im magnetischen Aequator für Azimuth und Neigung brachte gar keine Wirkung hervor.

g) Ein ausgeglühter Eisendrath (Nr. 6.) von $7\frac{1}{2}$ Pariser Fuſs Länge wurde im magnetischen Meridian nach Azimuth und Höhe ausge-

spannt, die Mitte bezeichnet, und von da aus nach jeder Seite eine Strecke von sechs Zoll ebenfalls bezeichnet. Mit der Flamme eines Wachslichtes wurde dieses 1 Fuſs lange Stück gestrichen von der Mitte nach unten, und dann wieder von der Mitte nach oben. Nach dreimaligem Streichen fand sich schon eine bedeutende Reaktion der so behandelten Strecke auf eine daran gehaltene Nadel.

h) Nach 10maligem Streichen war die Polarität schon so stark, daſs beide noch in der Kontinuität befindliche Enden die gleichnamigen Pole so abstieſsen, daſs die Boussolnadel sich ganz umwendete. Ohngefähr einen Zoll hinter den bezeichneten Enden, wo die Erwärmung aufgehört hatte, zeigte sich noch dieselbe Polarität, welche die Enden selbst hatten, von da an hörte sie auf wahrnehmbar zu seyn.

i) Das so behandelte Stück wurde, nach 12 Stunden aus der Kontinuität herausgeschnitten. Es zeigte starke Polarität, brachte die Nadel zum gänzlichen Umwenden, wenn man es in der Aequatorrichtung den feindschaftlichen Polen näherte. Der 1 Fuſs lange Drath machte Schwingungen zwischen 9 — 10 Sekunden; er richtete sich vollkommen im Meridian, und trug einen kleinen Büschel von Eisenfeile.

k) Ein zweiter Drath von gleicher Länge und Dicke wurde auf dieselbe Weise behandelt, mit dem einzigen Unterschiede, daſs von den Enden zur Mitte mit der Flamme gestrichen wurde. Dieser zeigte sich fast kräftiger als der vorige; er machte eine Schwingung in 8 Sekunden, bildete einen stärkern Büschel Eisenfeile, und auch Stückchen feinen Draths von 1½ Linie und $\frac{2}{10}$ Gran Gewicht wurden von ihm getragen.

l) Ein ähnlicher Drath wurde seiner ganzen Länge nach, ohne abzusetzen, mit der Flamme gestrichen; dieser nahm viel geringere Polarität an, er machte eine Schwingung in etwas mehr als 11 Sekunden, und trug unbedeutend wenig Eisenfeile.

m) Von diesen Dräthen, die gewissermaſsen nach Anteaumscher Methode, jedoch mit der Lichtflamme gestrichen wurden, hat No. I. nachher von seiner Kraft nichts verloren, die zwei andern hingegen haben etwas nachgelassen.

Diese Applikation der Wärme ist der Art, wie Morechini das konzentrirte Sonnenlicht auf seine Nadeln anwendet, so ähnlich, daſs ich sehr

geneigt bin, die Erscheinungen, die er sah, auf Steigerung der tellurischen Magnetisation durch partielle Erwärmung mittelst des Sonnenlichts zu reduziren. Er behauptet zwar, nur das violette Licht bedinge Polarität, das gelbe und rothe aber durchaus nicht; hiervon habe ich jedoch das Gegentheil gesehen. Es wurde mittelst einer mit dunkelgelbem Spiegelglas belegten kleinen Brennlinse von $16\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite und 5 Zoll Chorde ein Claviérdrath (No. 7) im Meridian ausgespannt und gehörig geneigt. Eine Strecke von 9 Zoll wurde mit dem Fokus des gelben Lichtes von den Enden zur Mitte abwechselnd und reziprok behandelt. Obgleich der Sonnenschein nur eine ununterbrochene und nicht lange fortgesetzte Anwendung gestattete, so zeigte doch der herausgeschnittene Drath, obgleich er von Stahl war die vorigen aber von weichem Eisen, eine nicht zu verkennende Polarität, sowohl dadurch, dafs er sich sogleich richtete, als auch durch entschiedene Reaktionen auf die Boussolnadel.

Schliefslich bemerke ich noch, dafs ein dünner Nikeldrath von 10 Zoll Länge und $\frac{1}{8}$ Linie Durchmesser, durch Kerzenflamme so behandelt wie die eisernen, ebenfalls wie diese eine dauernde Polarität erhielt. Doch ich behalte mir vor, über einige magnetische Verhältnisse des Nikels und des Kobalds bei einer andern Gelegenheit zu berichten.

Einige Bemerkungen

über

den sympathischen Nerven.

Von Herrn K. A. Rudolphi *).

Der sympathische Nerve hat früh die Aufmerksamkeit der Anatomen auf sich gezogen, und man hat ihm stets eine große Bedeutung zugeschrieben. Seit langer Zeit hatte man ihn auch als zusammengesetzt betrachtet; doch hat Bichat zuerst mit deutlichen Worten gesagt, daß das, was wir den sympathischen Nerven nennen, eigentlich kein Nerve, sondern eine Kette von Nervenknoten sey, die unter sich und mit andern Nerven in Verbindung stehen. Reil hat diese Idee mit seinem gewöhnlichen Feuer aufgefaßt und ausgebildet, und dem Gangliensystem eine sehr große Wirksamkeit und Selbstständigkeit zugeschrieben. Die mehrsten neueren Physiologen haben hierauf endlich den Gegensatz zwischen dem Gehirn- und Gangliensystem unbedingt und möglichst erweitert angenommen, und diese Lehre erscheint in manchen Handbüchern so ausgemacht, als die von dem Kreislauf des Bluts.

Gall, der die Ganglien nur als Ernährungsapparate für die Nerven ansieht, steht mit seiner Hypothese ganz allein, und doch möchte schwerlich je eine bessere über diesen Gegenstand vorgetragen seyn. Man kann

*) Vorgelesen den 18. August 1814.



sie zwar mit einer älteren zusammenstellen, nach welcher die Ganglien als Verstärkungsorgane angesehen wurden; allein Niemand hat vor Gall so bestimmte Gründe dafür gegeben, noch die graue Substanz der Ganglien so gewürdigt, wenn man sie auch allerdings schon sonst darin erkannte.

Der eigentliche Unterschied zwischen den Nervengeflechten und Nervenknoten besteht nämlich darin, daſs den letzteren dieselbe graue Substanz beigemischt ist, die wir in dem Gehirn und Rückenmark finden, und wovon wir nichts in den Nervengeflechten erblicken. Die Menge der grauen Substanz ist nicht in allen Knoten gleich groſs, so z. B. macht sie nur einen Streif im Gasserschen Knoten, und einige Knoten sehen heller aus, doch sind dies vorzüglich die kleineren, z. B. das *Ganglium ciliare*, *maxillare* u. s. f. Dasselbe gilt von den kleinen Ganglien bei den Thieren, z. B. im Kanal der Wirbelarterie bei den Vögeln, oder von denen des sympathischen Nerven bei den Fischen.

Von diesen Nervenknoten muſs man die Anschwellungen unterscheiden, welche hin und wieder in Nerven nach Verletzungen, allein auch ohne die letzteren, erscheinen. So habe ich z. B. dem Anatomischen Museum ein Präparat einverleibt *), wo der linke Stirnnerve (*frontalis*) eines Erwachsenen an der Stelle, wo er aus dem *Foramen supraorbitale* tritt, einen ovalen Knoten darstellt, der aber nur aus den hier verdickten Scheiden gebildet ist; ich fand einen ähnlichen, doch kleineren Knoten im linken Wadennerven (in der Mitte des *ramus subcutaneus communicans peronei sinistri*) eines Erwachsenen; ich zweifle auch nicht, daſs der Knoten, den Zagorsky **) im absteigenden Ast des rechten Zungenfleischnerven beobachtete, so wie der, welchen Boehmer ***) im Gesichtsnerven fand, wo er aus dem Fallopischen Kanal hervortrat, ebenfalls hieher gehören. Die Abwesenheit der grauen Substanz unterscheidet diese Verhärtungen von den eigentlichen Nervenknoten, und bringt sie zu den Anschwellungen, welche ich in Leichnamen als Ueberreste ehmaliger Verletzungen gefunden habe, z. B. am Ellen-

*) Es ist dasselbe späterhin in C. Oppert's Inaugural-Dissertation: *De vitiis nervorum organicis* (*Berol*. 1815. 4.) abgebildet.

**) *De ganglio rami descendentis nervi hypoglossi medii.* In: *Mémoires de l'Académie des sciences à St. Pétersbourg.* *T. III.* (1811.) *p.* 219—224. *Tab. VII.* Der Knoten war von der Gröſse eines Hanfsamens.

***) *Obss. anat. Fasc. I.* (*Hal.* 1752. *fol.*) *p. XVIII.* Er beschreibt den Knoten ausführlich, der gewiſs nichts als eine Verhärtung war.

Y

bogennerven (*ulnaris*), wo die äussere Narbe den grossen, aus blossen Verhärtungen der Scheiden bestehenden Knoten des Nerven charakterisirte ***); so wie ich auch hin und wieder ganz regellose scrofulöse Anschwellungen um die Nervenscheiden angetroffen habe.

Um die Nervenknoten gehörig zu würdigen, ist es nöthig, sie mehr unter einander zu vergleichen, als gewöhnlich geschieht. Ich werde dies versuchen, zugleich aber auch einige, wie ich hoffe, nicht ganz unwichtige neurologische Beobachtungen mittheilen.

Zuerst bemerke ich, dass die Schriftsteller die Knoten des sympathischen Nerven zu sehr von denen der übrigen Nerven unterscheiden, wie auch Gall dies mit Recht tadelt.

Bichat läugnet zwar nicht die Uebereinstimmung zwischen den Nervenknoten überhaupt, stellt sie aber doch schon in den Hintergrund, und spricht immer vorzugsweise von denen des sympathischen Nerven. Die übrigen Schriftsteller übergehen die andern Nervenknoten mehrentheils ganz, und sprechen von den Ganglien stets als von Werkzeugen des organischen Lebens. Dies ist aber offenbar falsch. Der Geruchsnerve, der vielleicht unter allen Nerven am schnellsten und stärksten auf das Gehirn wirkt, hat verhältnissmässig einen sehr grossen Knoten. Der fünfte Nerve hat erstlich den Gasserschen Knoten für die mehrsten seiner Stränge gemeinschaftlich, und bestimmt unter diesen auch für diejenigen, welche Sinnesempfindungen und Bewegungen vorstehen; der erste Ast vom fünften Paar hat mit dem dritten Paar den Ciliarknoten **) gemeinschaftlich, und die aus diesem ent-

***) Ich habe ein Paar solcher Präparate dem Museum einverleibt; auch eins (in der oben angeführten Dissertation von Oppert abgebildet), wo beide *Nervi suprascapulares* eines hundertjährigen Weibes sehr verdickte und hin und wieder verknöcherte Scheiden zeigten.

**) Nachgetragene Anmerkung. In der vortrefflichen *Diss. de Ganglio ophthalmico et nervis ciliaribus animalium, praes. Frid. Tiedemann, auct. Ferd. Muck* (Landshut 1815. 4. p. 60.) wird eine Beobachtung Soemmerring's mitgetheilt, nach welcher bei der *Testudo Mydas* ein kleines *Ganglion ciliare* statt finden soll. Ich habe durch die Güte meines Freundes Albers, Mitglieds der Akademie, Gelegenheit gehabt, dieselbe Schildkröte frisch zu untersuchen, und die Nerven des Kopfs zu präpariren, allein kein solches Ganglium gefunden. Der dritte und fünfte Nerve machen hingegen ein sehr starkes Ciliar-Geflecht, wie überhaupt die Nerven des Auges (den *opticus* ausgenommen) sehr stark sind. Das Präparat ist auf dem Anat. Museum.

springenden Nerven gehen in die Iris, die weiter keine erhält, und die sich auf jeden Lichtreiz der Retina bewegt, deren Bewegung also, ohne jene Nerven nicht gedacht werden kann; so dafs man den Ciliarknoten nur als dem thierischen Leben angehörig zu betrachten gezwungen ist, während der Sphenoidal- und Maxillarknoten Reproduktionsorganen anheim fallen. Zum thierischen Leben gehört wohl ohne Frage die ganze Reihe der Ganglien, die aus den hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven entspringen.

Wir sehen in dem sympathischen Nerven der Vögel eine grofse Reihe Nervenknoten am Halse, während bei dem Menschen nur zwei oder drei dergleichen vorkommen, ohne dafs wir dort mehr organische Functionen annehmen könnten; sondern jene Knoten bezwecken wohl blofs innige durch graue Substanz vermehrte Nervenvereinigung. Einige Schedelnerven der Fische (der Gesichtsnerve, der herumschweifende Nerve *)) haben endlich Nervenknoten, ohne deswegen organische Nerven zu werden.

Fafst man dies alles zusammen, so wird man gestehen müssen, dafs mehr als die Hälfte der Nervenknoten für Organe des thierischen Lebens bestimmt ist. Wie kann man also aus den übrigen wenigeren allein eine Theorie über alle bilden wollen?

Man kann auch eigentlich nicht sagen, dafs der ganze sympathische Nerve dem organischen Leben angehört; ein Theil seiner Fäden geht zu Muskeln, und das, was von ihm zu den Reproductions- und Geschlechtsorganen geht, bewirkt in denselben, aufser den Einflüssen auf die Bildung der Masse, entweder Empfindung, oder diese und Bewegung zugleich. Im Grunde ist hier also auch thierische Verrichtung. Dafs der gröfste Theil des sympathischen Nerven Gefäfsen angehört, macht auch aus dem Grunde nichts aus, weil an andern Orten die Pulsadern von Nerven umstrickt oder umschlungen sind, die Gehirnnerven angehören, ohne dafs dazu ein Ganglion erfordert wird. Beiläufig will ich bemerken, dafs Haller die von ihm früher vertheidigte Hypothese über den Einflufs der Nervenschlingen auf die Arterien mit Unrecht aufgegeben zu haben scheint, wie auch Wrisberg sich derselben später wieder annahm. Wäre jenes Umstricken und Umschlingen von keiner Bedeutung für jene Theile, so könnten die Nerven ja hier eben so gut neben den Pulsadern verlaufen, und ihnen Zweige schikken, wie dies in den Gliedmafsen geschieht. Man denke nur an den, übri-

*) Wenigstens sind bei dem Stör sehr grofse Nervenknoten, wo die genannten Nerven aus dem Schedel getreten sind.

gens gröſstentheils für die Muskeln bestimmten, zurückkehrenden Ast des Stimmnerven (*recurrens vagi*): wozu umfaſst er auf der rechten Seite die Schlüsselbeinpulsader, auf der linken den Bogen der Aorta? Er hätte ja ohne das eben so leicht zurückgehen können, und doch sehen wir hierin nie eine Abweichung! Jene Einrichtung hat also gewiſs einen sehr wichtigen Einfluſs der Nerven auf die Pulsadern, und mittelbar durch diese erst vielleicht auf die Absonderungen. So wird bei Leidenschaften der Puls schnell verändert, die Galle und Milch scharf, der Speichel giftig. Mit Recht verwarf Haller ein mechanisches Schnüren und Zusammenpressen der Pulsadern mittelst der Nervenschlingen, allein weiter durfte auch nichts verworfen werden. Daſs rückwärts auf diesem Wege auch durch die Gefäſse auf das Nervensystem, eingewirkt werden könne, scheint mir eben so annehmbar.

Man hat sogar allen wirbellosen Thieren das Nervensystem des thierischen Lebens abgesprochen, ohne zu fühlen, welchen Widerspruch dies in sich schlieſst. Von den Crustaceen, Insekten und Gliederwürmern habe ich in einer früheren der Königl. Akademie vorgelegten Abhandlung *) dargethan, daſs die Einrichtung ihrer Nerven geradezu dem Cerebral und Rükkenmarkssystem der zusammengesetzteren Thiere entspricht. Bei ein Paar andern Thierklassen, Mollusken und Strahlthieren, schwindet das Rückenmark, ein den Ganglien ähnlicher Theil stellt das Gehirn dar, giebt bei manchen deutliche Sinnesnerven ab, und verbindet sich dann mit Nerven, die dem sympathischen in der Form allerdings analog scheinen.

Der Körperbau der Thiere im Ganzen bestimmt ohne Frage die Anordnung des Nervensystems überhaupt, oder beide vielmehr fallen zusammen, wenn auch einzelne Anomalien dagegen vorkommen **). Bei mehr

*) Ueber eine neue Eintheilung der Thiere. In meinen: Beiträgen zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte. Berlin 1812. 8. S. 79. — Späterhin hat Hr. Otto, Professor der Anatomie in Breslau, ein dem der Gliederwürmer ähnliches Nervensystem, nur viel zarter, in dem *Strongylus Gigas* entdeckt, und habe ich mich durch Autopsie von der Wahrheit seiner interessanten Beobachtung überzeugt. Vergl dessen Aufsatz: Ueber das Nervensystem der Eingeweidewürmer, im: Magazin der Ges. Naturf. Freunde VII. 3. S. 223. Das früher in demselben Magazin von Ramdohr bei dem *Distoma hepaticum* beschriebene Nervensystem beruht gewiſs auf einem Irrthum; dasselbe vermuthe ich von dem Nervensystem, welches Otto ebendaselbst von *Distoma hepaticum* und *Ascaris lumbricoides* angiebt.

**) Bei den Säugthieren ist das Rückenmark durch seine Länge schon dem der niedern Wirbelthiere gewöhnlich genähert; bei dem Igel (*Erinaceus europaeus*) fängt hingegen die

seitlicher Symmetrie, bei mehr Ausbildung der Sinnes- und Bewegungsorgane findet sich ein deutliches Rückenmarkssystem; und die geringere Entwicklung des Gefäfssystems machte bei den Insekten vielleicht die Anwesenheit des sympathischen Nerven weniger nothwendig; doch will ich auch gerne zugeben, dafs das, was einige bei den Insekten für die zurücklaufenden Nerven ansehen, dem sympathischen analog seyn mag, wie Rolando *) behauptet; wenigstens scheint es auch mir bei manchen, z. B. bei der *Scolopendra morsitans*, für einen blofsen zurücklaufenden Nerven zu viel.

Bei den Mollusken und Strahlthieren hingegen treten die Sinnes- und Bewegungswerkzeuge mehr zurück, und mit ihnen die Rückenmarksnerven. Das in dieser Hinsicht sehr entwickelte Hirnsystem der Cephalopoden spricht sehr laut für diesen Satz; denn weiterhin findet sich nichts Aehnliches; allein auch die Symmetrie verliert sich, und eine dem sympathischen Nerven ähnlichere Einrichtung des Nervensystems war den Gasteropoden, Acephalen u. s. w. anpassender **).

Es versteht sich also, dafs das Thier mit solchen Nerven nicht blofs als reproductiv, als blofs ein organisches Leben geniefsend, betrachtet werden darf. Der Nerve aus einem Knoten kann alles verrichten, was einem andern zugeschrieben wird.

Eine zweite Angabe betrifft die Unabhängigkeit der einzelnen Nervenknoten von einander, welche ich aber gänzlich läugnen mufs.

Cauda equina schon bei dem neunten Rückenwirbel an, wovon ich ein Präparat auf dem Museum aufhebe. Bei *Diodon Mola* und *Lophius piscatorius* ist das Rückenmark äusserst kurz: vergl. *Apost. Arsaky de piscium cerebro et medulla spina*. Hal. 1813. 4. p. 4. Auch bei dem Nashornkäfer (*Geotrupes nasicornis*) ist die Kürze des Bauchmarks auffallend.

*) *Obss. anatomiques sur la structure du Sphinx nerii et autres insectes. Mém. présentés à l'Ac. de Turin. Turin* 1809. 4. *p.* 46.

**) Wie man diese trägen, fast aller Sinne beraubten Massen den Crustaceen und Insekten vorziehen kann, begreife ich nicht. Ob ein Thier mehr oder weniger Ganglien hat, das macht gewifs zu seiner Vollkommenheit nichts aus: wie weit ständen dann die Vögel etc. hinter den Mollusken zurück, wenn jener Satz von Cuvier (dafs wenige Ganglien Vorzug geben) gegründet wäre! Aber Sinne und Bewegungsorgane geben bestimmte Vorzüge. Eine Biene, eine Ameise, eine Spinne u. s. w., und auf der andern Seite eine Muschel, und wenn sie auch Hunderte von Pfunden wöge, wie die *Chama Gigas!* Dafs die Cephalopoden den Fischen nahe stehen, macht ja für die übrigen Mollusken nichts aus. Beiläufig gestehe ich auch, dafs Oken Recht hat, wenn er die Eingeweidewürmer als zu mehreren Thierordnungen gehörig ansieht. Man kann sie zusammen (wie in einer Fauna) aufstellen, allein sie sind unter sich sehr heterogen.

Man hat in dieser Hinsicht behauptet, daſs hin und wieder ein Ganglion des sympathischen Nerven mit dem nächstfolgenden nicht zusammenhinge. Bei dem Menschen habe ich nie so etwas gesehen. Bei einer Schildkröte (*Testudo europaea*) fand ich vor Kurzem ein Paar Bauchknoten des sympathischen Nerven ohne vordere, das heiſst vor den Rippen gehende, Verbindung; allein sie waren dadurch nicht isolirt, denn hinter den zu den Rippen gehenden Queerfortsätzen der Wirbel hatten alle Ganglien Verbindungsfaden, nur etwas schwächer, als die vordern zu seyn pflegen. Sollte wohl nicht etwas Aehnliches in den angeblichen, niemals näher beschriebenen Trennungen des Sympathicus statt gefunden haben?

Eine andere angebliche Beobachtung würde mehr beweisen, wenn sie nicht falsch wäre. Bichat, Reil und andere stützen sich nämlich darauf, daſs der erste Halsknoten von dem ersten Rückenknoten der Vögel völlig getrennt, und an deren Halse kein Sympathicus zu finden sey. Allein er fehlt hier keineswegs, wovon ich hernach ausführlicher reden werde.

Es giebt daher keine isolirte Nervenknoten, und mit welchem Grunde man also den einzelnen derselben bestimmte Funktionen übertragen und ein eignes Bewuſstseyn in ihnen annehmen kann, sehe ich nicht ein. Allen unsern Bewegungen, Gefühlen und Vorstellungen liegt immer dasselbe Ich zum Grunde; ob dies hier mehr, dort weniger hervortritt, das macht nichts aus; allein ich kann mir nur Ein Bewuſstseyn denken, in dem alles zusammenflieſst. Wenn jeder eigne Sinn sein eignes Bewuſstseyn hat, so muſs ja doch wieder ein allgemeines Bewuſstseyn vorhanden seyn: wie könnte ich sonst meine Sinne unter einander vergleichen? Das Bewuſstseyn des Zahlensinns, des Gesichts u. s. w. würde nichts vom Bewuſstseyn des Gehörsinns wissen, ich beurtheile sie aber alle mit einander; dies Ich hat also das rechte, allein des Namens werthe Bewuſstseyn.

Ich weiſs auch nicht, worauf sich der angenommene Gegensatz und das Vicariat der Gehirnnerven und des sympathischen Nervens stützt. Ich finde es aber lächerlich, anzunehmen, daſs der Magen hört u. s. w., wenn man mir den Beweis davon nicht giebt. Ich bin davon Zeuge gewesen, daſs ein Magnetiseur so laut gegen den Unterleib einer Person sprach, daſs ich es in groſser Entfernung hören konnte. Er behauptete, sie höre hier nur durch den Unterleib; er hätte es eben so gut von mir behaupten können, denn was kann man gegen solche willkührliche Meinungen sagen! Wenn ein des Gehörs durch die Ohren (durch das Gehörorgan) beraubter

Mensch auf die Art hörte, dann wäre ich zufrieden. Nicht mehr Grund hat die Annahme, daſs im Traum der sympathische Nerve thätig sey, während das Gehirn ruhe.

Ich glaube, unsere bisher erworbene Kenntniſs vom Sympathicus berechtigt uns bloſs zu den Sätzen, daſs er:

1) hauptsächlich dem Reproduktionssystem angehört;
2) und zwar vorzüglich zu den Gefäſsen desselhen geht;
3) daſs der Einfluſs des Gehirns auf denselben, und von diesem umgekehrt auf jenes, im gewöhnlichen Zustande gering und unbemerkt ist;
4) bei erhöheter Thätigkeit des einen oder des andern aber sehr stark werden kann;
5) immer aber der Willkühr entzogen bleibt.

Dem, der viel über das Sonnengeflecht spricht, wäre wohl zu empfehlen, auch die andern Unterleibsgeflechte nicht zu übersehen, und dann zweitens ruhig zu prüfen, was uns die pathologische Anatomie darüber gelehrt hat. Ich gestehe sehr offen, daſs ich bis jetzt bei meinen Zergliederungen in jenen Geflechten nichts auffallend Krankhaftes gefunden habe, so wie ich auch nie in den Nerven der an der Wuth verstorbenen (selbst an der gebissenen Stelle) etwas zu bemerken fand. Was wahr ist, kann uns ja in unserer Wissenschaft völlig gleichgültig seyn; daher müssen wir auch nichts erschleichen, oder ohneBeweis annehmen.

Der Ursprung des sympathischen Nerven, wie man es sonst gewöhnlich nannte, oder die Verbindung desselben, nachdem er in den Kanal der Karotis getreten, mit den Gehirnnerven, wird von unsern deutschen Anatomen, so wie fast von allen Ausländern, gerade so angegeben, wie sie einst Meckel der Aeltere beschrieb; man sagt nämlich; er verbinde sich mit dem abziehenden (sechsten) Nerven und mit dem zweiten Ast des fünften Paars. Zwar hat dies seine Richtigkeit, und es ist unbegreiflich, wie Cajetan Malacarne in der verbesserten Tafel des le Cat über die Basis des Gehirns *) die

*) *Tavola anatomica del le Cat relativa alla base del cervello riprodotta con alcuni cangiamenti da Gaetano-Malacarne. Padova* 1803. 4. Die ganze Tafel ist sehr roh.

die Verbindung des sympathischen Nerven mit dem ersten Ast des fünften Paars stehen lassen konnte, da sie nie vorkommt; so wie ich auch dem sonst so genau beobachtenden Tiedemann *) nicht zugeben möchte, daſs er sich bei den Vögeln mit dem dritten Ast des fünften Paars verbindet; allein jene Verbindung des sympathischen Nerven ist nur die vordere, und es giebt auch eine hintere, die ich an drei Köpfen hinter einander beobachtet habe.

Ich zweifelte nicht an der von so vielen Anatomen angegebenen Verbindungsart des sympathischen Nerven; um indessen sie aus eigner Ansicht kennen zu lernen, präparirte ich den Kopftheil des gedachten Nerven bei einem vierjährigen Kinde, wo die Knochen weniger hart und dick sind, man bei ihrer Hinwegnahme also auch die weichen Theile weniger leicht verletzt. Ich fand hier erstlich die bekannten Fäden zum fünften und sechsten Paar; zweitens sahe ich von den Fäden zum sechsten mehrere Fasern zur Karotis gehen; drittens fand ich mehrere, anfangs vereinigte, Fäden vom obern Halsknoten oben aus dem karotischen Kanal nach hinten, und theils zum Vagus dringen, theils weiter fortgehen, und zum Sack der Hohlvene gelangen.

An einem zweiten Kindskopf fand ich alles eben so, überdies aber ein kleines Knötchen im Kanal, das den hintern Fäden angehörte.

Bei einem dritten Kinde, dessen Pulsadern ausgespritzt waren, fand ich alles wie vorher, jedoch jenes Knötchen nicht, über welches ich daher nicht zu entscheiden wage.

Der oberste Halsknoten theilt sich also oben; mit vordern an der Basis vereinigten Zweigen geht er zum fünften und sechsten; mit hintern ebenfalls zuerst vereinigten zum Vagus, und, wie ich jedoch nicht ganz sicher behaupten will, zum Glossopharyngaeus. Das letztere schien mir jedoch bei dem letzten Kopf, allein der dahin gehende Faden riſs. Auf jeden Fall aber ist eine doppelte Verbindung da, und der oberste Halsknoten spaltet sich oben gleichsam gabelförmig. Nachdem ich dies gefunden hatte, schien es mir auch sehr natürlich, daſs der groſse Halsknoten nicht so wenige Fäden geben oder bloſs nach der vordern Seite dergleichen absenden könne; wie man denn gewöhnlich hinterher solche Betrachtungen anstellt. Da jeder dies leicht an Kinderköpfen finden kann, so halte ich es für über-

*) Zoologie. Zweiter Band. S. 45.

flüssig, Zeugen anzuführen, ich könnte sonst sehr viele nennen, denen ich jenen Verlauf gezeigt habe.

Soemmerring *) führt, wahrscheinlich nach einer von Huber handschriftlich hinterlassenen Bemerkung, an, daſs der Letztere einen Faden vom Glossopharyngaeus oben in den groſsen Halsknoten eindringend gesehen habe, und nennt dies sehr selten; wahrscheinlich aber tritt diese Verbindung immer ein.

Girardi **) führt auch Fontana's Beobachtungen an, nach welchen nicht bloſs von dem obersten Halsknoten Fäden zum fünften und sechsten Nerven, sondern auch sehr viele zur Karotis selbst, ja auch an den Hirnanhang (*Glandula pituitaria*) gehen. Die letzteren habe ich noch nicht gesehen, so wie Fontana die Fäden nicht nach hinten genug verfolgt hat.

Girard ***) hat mehreres Sonderbare, und das ich zum Theil nicht verstehe. Er läſst z. B. einen Faden vom Antlitznerven zum obersten Halsknoten durch einen eignen Knochenkanal gehen; hat auch Fäden vom Glossopharyngaeus zur Karotis; wo er aber von den Nerven spricht, die aus dem obern Halsknoten mit der Karotis in die Hirnschale gehen, sagt er: „daſs sich dieselben in der Nähe des fünften Nerven vertheilen, und einige Fäden an die Hirnhäute, einen andern langen Faden aber an einen Zweig des Angesichtsnerven geben, mit dem derselbe zu dem Gaumenknoten sich begiebt.“ Die Fäden an die Hirnhäute sind wohl mit Gewiſsheit zu verneinen, und auch die Verbindung mit dem Antlitznerven konnte ich bei dem Kalbe wenigstens nicht finden.

Der Verlauf des sympathischen Nerven am Halse des Menschen ist bisher nirgends, so viel ich weiſs, gehörig geschildert worden. Zwar erwähnen wohl einige Schriftsteller, wie z. B. Soemmerring, eines Fadens, der aus dem untern Halsknoten des sympathischen Nerven in den Kanal der Wirbelarterie steigt, um diese zu versorgen, beschreiben ihn aber

*) Vom Bau des menschlichen Körpers. Nervenlehre. Frankf. a. M. 1800. S. 323.

**) *De nervo intercostali. Florentiae* 1791. *recus. in* Ludwig *Script. Neurolog. Minor. T. III. p.* 84.

***) Anatomie der Hausthiere. Uebers. von Schwab. Zweiten B. zweite Abtheilung. München 1812. 8. S. 34. S. 36. S. 47.

durchaus nicht. Ich habe ihn bei einem Kinde von vier Jahren verfolgt. Auf der linken Seite war er sehr stark, trat in den Kanal der Wirbelarterie, und bekam in demselben von dem fünften, vierten und dritten Halsnerven Verstärkungszweige, jedoch ohne, wie bei den Vögeln, Nervenknoten zu bilden; auch konnte ich ihn nur bis zum zweiten Halsnerven verfolgen, da schien er mir an der Arterie und den benachbarten Muskeln (vielleicht deren Gefäfsen) aufzuhören. Auf der rechten Seite war aufser der gewöhnlichen *Arteria vertebralis* noch eine *secundaria* vorhanden, und es gingen auch zwei Nervenfaden, wovon der eine gröfser, der andere kleiner war, in den Kanal; beide verbanden sich mit den Halsnerven, hörten aber gegen den zweiten Halswirbel auf.

Man sieht also das gröfsere Halsstück des sympathischen Nerven zur Karotis, das kleinere zur Wirbelarterie gehen. Die Umschlingungen des sympathischen Nerven um die Karotis in deren Kanal scheinen blofs von Fontana und Girardi gehörig gewürdigt zu seyn, und doch haben Mehrere den sympathischen Nerven als Gefäfsnerven erkannt. Als solcher ist er gewifs wichtig genug, ohne im Unterleib ein Pseudo-Gehirn zu bilden.

Bei den Vögeln ist nach Tiedemann's *) und Emmert's interessanten Entdeckungen der Hauptnerve im Kanal der Wirbelarterie; der Nebenzweig geht mit der Karotis **). Bei der Gans und dem Reiher fand ich den Verlauf folgendermafsen. Der oberste Halsknoten ist doppelt; aus ihm entspringen zwei gleich starke Nerven; wovon der eine in den Kanal der Wirbelarterie tritt, sich mit jedem der Halsnerven zu einem Ganglium vereinigt und endlich in den Brustknoten übergeht; während der andere mit der Karotis niederläuft, sich mit dem der entgegengesetzten Seite in einem spitzen Winkel verbindet, und endlich nahe über der Brust sich an der Arterie verliert. Bis jetzt wenigstens habe ich ihn nicht bis zum Brustknoten verfolgen können.

*) Zoologie 2. B. S. 45.

**) Hierüber hat Emmert vortrefflich geschrieben. Ich hatte meine Untersuchungen gemacht, ohne von den seinigen etwas zu wissen, und es freute mich daher sehr, wie ich seine früheren Angaben (in Reil's Archiv X. p. 377.), wo er, wie Tiedemann, den vordern Zweig des Sympathicus noch nicht kannte, durch seine späteren Beschreibungen (das. B. XI. S. 120.) berichtigt fand. Tiedemann hatte mich übrigens zu diesen Untersuchungen gereizt.

Stellt man diese Beschreibung mit der vorigen von dem menschlichen Sympathicus zusammen, so findet man ein ganz umgekehrtes Verhältniſs darin angegeben. Höchst wahrscheinlich wird die vergleichende Anatomie hier noch sehr interessante Resultate liefern.

Bei den Säugthieren schmilzt häufig der sympathische Nerve mit dem Stimmnerven am Halse zusammen, wie Emmert sehr richtig bemerkt. Bei der Ziege fand ich die Verbindung folgendermaſsen. Der oberste Halsknoten des Sympathicus ist sehr groſs, und nicht weit unter ihm (so fand ich es auf beiden Seiten des Halses) ist ein sehr kleiner Knoten. Der aus diesem entspringende Nerve vereinigt sich sehr bald mit dem Vagus und geht in einer gemeinschaftlichen Scheide mit demselben bis zum sechsten Halswirbel fort, wo sie sich wieder trennen, und der Sympathicus zum untern Halsknoten geht.

Man sieht hieraus leicht, worauf auch Emmert aufmerksam macht, daſs alle Versuche der Zergliederer, die bei Hunden und mehreren andern Säugthieren bloſs den Stimmnerven durchschnitten haben wollten, in dieser Hinsicht ungültig sind, weil sie nothwendig den sympathischen Nerven zugleich mit durchschneiden muſsten; so daſs also die gemachte Verletzung weit gröſser war, als sie glaubten. Dieser Vorwurf trifft auch le Gallois, einen sehr achtungswerthen Physiologen, von dem man jedoch in Frankreich zu sanguinische Hoffnungen gefaſst hat, und der hin und wieder sehr oberflächlich beobachtet haben muſs, wie unter andern der Umstand beweiset, daſs er durch genaue Beobachtungen erfahren haben wollte, daſs bei den Kaninchen und Meerschweinchen keine Zähne gewechselt würden, welches doch ganz falsch ist *). Er spricht immer vom Durchschneiden des

*) *Expériences sur le principe de la vie, par M. le Gallois. Paris* 1812. 8. *p.* 351. Diese Behauptung, daſs bei den Kaninchen und Meerschweinchen kein Zahnwechsel statt finde, ist schon hin und wieder ohne Prüfung angenommen worden, und freilich spricht le Gallois so zuversichtlich, wie man nur sprechen kann. Ich habe schon in meinen Anat. Physiol. Abhandlungen (Berlin 1802. 8. S. 142) den Wechsel der ersten beiden Backenzähne bei dem Hasen beschrieben; späterhin habe ich ihn auf eben die Weise bei dem Kaninchen und Eichhörnchen bemerkt, und höchst wahrscheinlich ist er bei allen Nagethieren so zu finden.

Sehr oberflächlich ist auch die Angabe von le Gallois (a. a. O. S. 355) über das Auseinanderweichen der Schambeinsymphyse bei dem Meerschweinchen; ich habe,

Stimmnerven bei Hunden und Katzen, ohne zu ahnen, daſs er den sympathischen Nerven mit durchschnitt. Hätte er darauf geachtet, und nun zugleich gesehen, daſs bei den Kaninchen eine solche Verbindung zwischen dem Vagus und Sympathicus nicht statt findet, so würde ihm manches Abweichende in den Versuchen mit den letzten Thieren klar geworden seyn.

Diese innige Verbindung des Sympathicus und Vagus am Halse so vieler Säugthiere ist allerdings merkwürdig. Bei der gemeinen Schildkröte (*Testudo europaea*) habe ich ebenfalls gesehen, daſs der Sympathicus, bald nachdem er aus dem obern Halsknoten tritt, mit dem Stimmnerven in eine Scheide tritt, und sie erst wieder in der Nähe des ersten Brustknotens tritt. Hier ist eine neue, sehr interessante Aehnlickkeit der Amphibien und Säugthiere. — Bei den Vögeln finde ich eine solche Verbindung nicht; unter den Fischen habe ich bisher nur bei dem Hecht darüber eine Untersuchung angestellt, allein auch jene beiden Nerven getrennt gefunden.

Nach den Behauptungen einiger Schriftsteller scheinen dieselben Organe bei verschiedenen Thieren von verschiedenen Nerven versorgt zu seyn: ich zweifle aber sehr daran.

Ein Schrifsteller, der sonst unter den Anatomen einen der ersten Plätze einnimmt, der vortreffliche Scarpa *), will den Gehörnerven der Fische vom fünften Paar ableiten; allein weil er dicht an diesem liegt, wo er aus dem Gehirn tritt, hat man wohl kein Recht zu jener Annahme. Mir scheint der Gehörnerve bei dem Stör wenigstens ein ganz eigner Nerve

seit ich seine Beobachtung las, dergleichen Thiere gehalten, allein sie sind zu meinem Verdruſs unfruchtbar geblieben. Le Gallois giebt gar keine Anatomie der Theile, sagt auch gar nicht, worin das Auseinanderweichen besteht, welches er, da er ganz etwas Neues zu sagen glaubt, doch hätte thun sollen. Dagegen giebt J. M. Hoffmann (*Misc. N. C. Dec. II. ann. VII. p.* 462.) die Sache von dem Igel ganz bestimmt an: „*In erinaceo post partum dissecto ossibus pubis ad latera depressis cartilago media in formam membranae diducta.*“ Döbel sagt auch in seiner Jägerpractica (Dritte Auflage, Leipz. 1783. Fol. p. 33.), die Bärin werfe sehr kleine Junge, weil sich bei ihr das Schloſs nicht öffne; ihm war also das Auseinanderweichen der Schambeine bei Thieren nicht unbekannt.

*) *Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ed. alt. Mediol.* 1795. *fol. p.* 13 *sq.* Scarpa führt auch bei der Aufzählung der Gehirnnerven (S. 97.) der Schildkröte den sechsten Nerven nicht mit auf, der ihr doch keineswegs abgeht.

zu seyn, so wie ich auch den Antlitznerven für sich annehmen zu müssen glaube.

Eben so zweifle ich sehr an der Behauptung Cuvier's, daſs der Ursprung der Nerven, welche zu dem elektrischen Organ gehen, so sehr verschieden sey. Der Vagus ist wohl überhaupt der eigentliche Nerve des elektrischen Organs, nur seine Hülfsnerven mögen verschieden seyn. Bei dem Zitterrochen finde ich die Nervenvertheilung im elektrischen Organ durchaus so, wie sie Cuvier angiebt: der Vagus ist der Hauptnerve, und das fünfte Paar giebt nur einen Hülfsast **). Von dem Zitterwels führt Geoffroy ***) auch den Vagus als den Nerven des elektrischen Organs an, und wenn er von gar keinen Hülfsnerven desselben spricht, so möchte man fragen, ob wohl die anatomische Untersuchung hierüber als beendigt anzusehen sey.

Von dem Zitteraal wird noch immer von den vergleichenden Anatomen (Blumenbach, Cuvier, Geoffroy) bloſs Hunter's Untersuchung angeführt, nach welcher das elektrische Organ jenes Fisches von den Rückmarksnerven versorgt wird. Nach den von Fahlberg †) mitgetheilten Beobachtungen hingegen ist auch hier der sehr groſse Vagus der eigentliche Nerve des Organs, *par electricum*, wie er sich ausdrückt; überdies aber scheinen mehrere Hülfsnerven da zu seyn, und diesen gehören auch jene Rükenkenmarksnerven. Von den übrigen elektrischen Fischen haben wir bekanntlich noch keine Anatomie.

*) *Leçons d'Anatomie comparée. T. V. p. 266.*

**) Es ist daher Blumenbach's Angabe (vergl. Anatomie 2te Ausg. S. 319), daſs der fünfte Nerve das elektrische Organ des Zitterrochens versorge, hiernach zu verbessern.

***) *Annales du Mus. d'Hist. Nat. T. I. p. 402. Tab. 26.* Dieser schätzbare Schriftsteller stellt auch jenen, wie ich glaube, falschen Satz auf; er schlieſst nämlich: „*Qu'aucune branche du système nerveux n'est spécialement affectée à ces organes, puisque ce sont autant de nerfs différens qui s'y distribuent.*

†) *Beskrivning öfver Elektriske Ålen, Gymnotus electricus Linn. af Samuel Fahlberg. Vetenskaps Acad. Nya Handlingar för 1801. Stockholm 1801. 8. p. 122—156. Tab. II.*

Ueber

Hornbildung.

Von Herrn K. A. Rudolphi *).

Von allen einfachen festen Theilen des menschlichen Körpers wird die Hornsubstanz, wie es scheint, auf die leichteste Weise gebildet.

Zwar steht der Schmelz der Zähne auf einer niedrigen Stufe der Organisation, ist durch keine Gefäſse mit der Knochensubstanz des Zahns verbunden, und auf diese gleichsam nur niedergeschlagen, oder präcipitirt: doch erforderte seine Bildung einen eignen Apparat in den Zahnzellen, so daſs auch der einmal hervorgetretene Zahn nie einen Verlust des Schmelzes ersetzt bekommt, wenn gleich Zahnärzte dies zuweilen behauptet haben, um ihren Zahnpulvern mehr Abnehmer zu verschaffen. In den Fällen, wo Zähne in den Eierstöcken gebildet werden, fehlt jenen der Schmelz nicht; allein jene Vorrichtung von besondern Zellen, in denen sie gebildet werden, fehlt auch hier nicht. Offenbar steht der Schmelz also höher, oder wenigstens ist er schwerer zu bereiten.

Die Hornsubstanz hingegen erzeugt sich auf der ganzen Oberfläche des Körpers, und zwar immerfort. Schon beim Embryo sehn wir die Bildung der Oberhaut, der Nägel und Haare, und wenn wir die Thiere vergleichen, sehen wir zum Theil schon bei ihnen, wenn sie geboren wer-

*) Vorgelesen den 2. Februar 1815.

den, sehr starke Hornbildungen, ~~wie z. B. die~~ Hufe und auch die Kastanie bei den Füllen.

Unter den Hornerzeugnissen wiederum ist die Oberhaut am einfachsten. Hier scheint die eigentliche Haut bloſs eine Art des Eiweiſsstoffs (denn dieser kommt in den verschiednen Gebilden auf mancherlei Weise verändert vor) nach der äuſsern Oberfläche hin abzusetzen, wo er durch sein Gerinnen die Oberhaut bildet. Je nachdem die Haut färbende Stoffe mit jenem Eiweiſsstoff zugleich nach auſsen hin absondert oder nicht, erscheint die Oberhaut farblos oder braun, schwarz, roth u. s. w. So lange diese Oberhaut in ihrem mechanischen und nur geringen Zusammenhang mit der Haut bleibt, verändert sie sich wenig, oder reibt und schuppt sich nur unmerklich ab; wird ein Druck äuſserlich auf sie angebracht, so verdickt sie sich durch neuen Anschuſs, und bildet so Schwielen, und die harte Haut der flachen Hand und Fuſssohle; kann sie bei engen Schuhen die Schwiele nicht so frei nach auſsen entwickeln, so drückt sie sich nach innen tief hinein, wie bei den Hühneraugen.

Wird der Zusammenhang mit der Haut unterbrochen, indem diese eine andere Flüssigkeit nach auſsen absondert, als die Hornerzeugende, so trennt sich die Oberhaut von ihr: das sehen wir bei den Blasen nach Zugpflastern oder Verbrennungen, bei Hautausschlägen aller Art, Pocken, Masern u. s. w. Vertrocknet aber oder schuppt sich die Oberhaut hierbei ab, so bildet sich schon unter ihr eine neue, ja es können sich, wenn unter der Oberhaut Lymphe geronnen ist, mehrere Lagen trennen lassen.

Ich habe diese Thatsachen neben einander gestellt, ohne durch Erläuterungen sie zu unterbrechen, weil sie mir in jenem Zusammenhang allein Werth zu haben scheinen. Die mehrsten Schriftsteller behaupten hierüber viel Falsches, allein nur indem sie einzelne Dinge herausheben.

Man behauptet so gewöhnlich, zwischen der Haut und Oberhaut fände sich noch eine dritte Membran, welche man den Malpighischen Schleim oder das Malpighische Netz nennt.

Der letztere Name ist durch eine oberflächliche Untersuchung gröſserer Thierzungen entsprungen, die eine doppelte äuſsere Hülle haben, und wo man beim Abziehen der äuſsersten auch einen Theil der zweiten abzieht, nämlich die Spitzen der Scheiden für die groſsen Papillen, so daſs nur die durchlöcherte Basis jener Scheiden in Gestalt eines Netzes zurückbleibt.

Mal-



Malpighischen Schleim hingegen, benennt man die angebliche Zwischenmembran auf der ganzen Oberfläche bei Menschen und bei Thieren. Als Beweis für denselben giebt man an:

1) dafs sich bei der Maceration der Haut ein gefärbter Schleim zeige;
2) dafs sich bei Mohren an einzelnen Stellen zuweilen eine doppelte Haut darstellen lasse, wie es Soemmerring z. B. am Hodensack eines Negers geglückt ist;
3) dafs sich bei Blattern und Hautkrankheiten deutlich mehrere Schichten zeigen.

Die Widerlegung dieser Gründe ist nicht schwer.

Erstlich ist die Maceration nicht geeignet, hier irgend etwas zu beweisen. Wenn ich nämlich die Oberhaut durch lange fortgesetzte Maceration zerstöre, so bekomme ich eine Masse, die aus Schleim und Schüppchen besteht; hier ist also eine wirkliche Zersetzung, keine Organisation mehr. Ich kann auf diesem Wege vielleicht die Mischung der Oberhaut einigermafsen kennen lernen, aber nie ihren Bau. Nehme ich hingegen die frische Haut, und trenne durch Eintauchen in siedendes Wasser die Oberhaut von ihr, so bleibt zwischen beiden nichts; oder betrachte ich den Profildurchschnitt der unveränderten frischen Haut mit dem bewaffneten Auge, so finde ich gleichfalls nichts dazwischen. Nehme ich eine starke Oberhaut, z. B. vom Pferde oder Rinde, so sehe ich auch deutlich, wie die ganze Oberhaut gefärbt ist; Lagen derselben aber, mit einem scharfen Messer abgetrennt, wie dünne mindergefärbte Hornplatten erscheinen. Ich sehe nicht bei der schwarzen Oberhaut der Pferde, oben helle, unten dunkle Schichten, sondern alles ist gleichförmig. Ich sehe es eben so wie bei den Haaren, den Hörnern und Hufen der Thiere, wo auch in der Hornsubstanz die Farbe liegt, und diese nicht etwa in einem besondern Schleim, oder in einer besondern Haut enthalten ist. Dasselbe gilt vom Menschen; ich habe ein paar Mal einer Mohrin ein kleines Zugpflaster auf den Arm gelegt; was sich als Blase erhob, war eine dünne schwarze Oberhaut, die sich auch schnell wieder ersetzte; wäre, der gewöhnlichen Annahme nach, bei den Negern die Oberhaut weifs, der darunter befindliche Schleim schwarz, so hätten jene Versuche wohl ein andres Resultat geben müssen. Die Farbe des Körpers liegt also blofs in der Oberhaut, daher verändern wir jene auch so leicht; wir brennen uns im Sommer ein, und im Winter mit dem Abschuppen der Oberhaut werden wir wieder entfärbt.

Der zweite Grund betraf die doppelte Haut, welche man äusserlich zuweilen deutlich wahrnimmt; er ist aber auch schon in meiner obigen Schilderung widerlegt. Finden sich nämlich zwei Häute, so sind beide Oberhaut, die äussere ist aber eine abgestorbene *), und nur die untere ist eine frische, lebendige. Daher nehme ich den dritten Einwurf gleich mit, denn er sagt nichts mehr. Bei Blattern kann man mehrere Schichten finden, allein wie ich mich selbst durch Untersuchung sowohl unveränderter, als eingespritzter Haut von einem Menschen, der an Blattern gestorben war, auf dem hiesigen anat. Theater überzeugt habe, so ist das äusserste eine abgestorbene Epidermis, was dann folgt ist verschieden: bald eingetrocknete Lymphe, und unter dieser erst die neue Oberhaut, oder auch, wenn die Blatter schon länger gestanden hatte, unmittelbar unter der alten eingetrockneten die neue **).

Man könnte vielleicht noch einen Grund von dem Pigment im Auge hernehmen wollen, da bei Kakerlaken gewöhnlich die Farbe der Augen, wie die der Haut, einen Mangel an färbendem Stoff verräth. Allein bei der geringsten Vergleichung sieht man, dass dies nichts für oder gegen die Bildung einer besondern Haut sagt. Die Gefässhaut sondert im gesunden Auge einen schwärzlichen Schleim ab, der im Auge des Kakerlaken mehrentheils (nicht immer) fehlt; die Haut (*cutis*) bildet eine gefärbte Oberfläche im natürlichen; im kranken Zustande der Kakerlaken hingegen eine ganz weisse oder gelbliche Oberhaut. Das kann wohl nichts entscheiden.

Den Bau der Oberhaut finde ich sehr einfach, nämlich als eine blosse auf der Haut erstarrte Hornmasse. Zwar haben einige Engländer nach

*) Nachgetragene Anmerkung. Ich habe späterhin Gelegenheit gehabt, ein Stück frischer Negerhaut zu untersuchen, wo die Oberhaut schwarz war, allein auch die äusserste Fläche der Haut selbst, oder des Corium, schwarz war, ohne jedoch diesen schwarzen Theil als eine besondere Haut darstellen zu können. Wird also etwa die Haut bei dem Absetzen der schwarzen Hornmasse zur Oberhaut vielleicht auf eine ähnliche Art auf der Oberflache geschwärzt, wie die Lungen (die einsaugenden Bronchialdrüsen und der Speichel) erwachsener Personen bei dem vieljährigen Entkohlungsprocess daselbst? S. Pearson's Aufsatz: *On the colouring matter of the black bronchial glands and of the black spots of the lungs* (*Phil. Tr.* 1813. S. 159—170.) ist sehr dürftig.

**) Damit sind alle die künstlichen Trennungen widerlegt, die Cruikshank an der Haut von Blatternkranken vornahm, auch halte ich mich nicht bei den wunderlichen Ansichten eines neuen franz. Schriftstellers Gaultier auf, der die dicke Haut der Fusssohle künstlich in eine Menge Schichten theilte, und diesen idealen Bau auf die ganze Haut übertrug.

Bainhams *) Präparaten im malpighischen Schleim besondere Gefäſse angenommen, allein diese gehören offenbar der Haut selbst an, in der auch alle Exantheme ihren Sitz haben. Eben so wenig habe ich bei den sorgfältigsten Untersuchungen mittelst des Messers und Mikroskops jemals die Poren der Oberhaut finden können, die Cruikshank und andere von ihr zierlich abgebildet haben. Ueberall wo ein Haar aus der Haut tritt, schlägt sich die Oberhaut um das Haar nach innen in die Hautgrube zurück, und umfaſst hier das Haar, ohne also dasselbe nach auſsen zu begleiten. Andere Oeffnungen der Oberhaut kenne ich nicht, und wir dürfen auch wohl nicht erwarten, daſs die Wege, wodurch die Ausdünstungsmaterie entweicht, so grob sind, daſs sie bei unsern Mikroskopen darzustellen wären. Es verhält sich damit wie mit den Einsaugungsöffnungen, die man sonst auch groſs genug hielt, um sie bei den gewöhnlichen Mikroskopen, z. B. in den Darmzotten, finden zu wollen, welche Ansicht ich an einem andern Ort durch eine groſse Reihe von Beobachtungen zu widerlegen gesucht habe. Man ist eine Zeitlang mit allen solchen Poren viel zu freigebig gewesen, und hat sich die Gefäſse oft als mit freien Mündungen geendigt vorgestellt, während gewiſs der gröſste oder aller Wechsel durch die Wände derselben statt findet, wovon ein recht deutliches Beispiel in den Lungen gegeben ist, wo die Blutreinigung durch die Wände der Gefäſse hindurch vor sich geht.

Die einfachste Hornbildung ist also in der Oberhaut **). Etwas mehr zusammengesetzt ist die der Nägel, Hufe und Hörner; hier ist es nicht ein bloſses Ausschwitzen oder Absetzen der Hornmaterie nach auſsen, sondern die Haut bildet Falten und Verdopplungen, und hat in diesen groſse Gefäſsgeflechte zur Hornabsonderung. Der Huf ist im Groſsen was der Nagel im Kleinen ist, und die etwas abweichende Form ändert in der Hauptsache nichts: betrachten wir aber jenen, so sehen wir deutlich, daſs für die groſse Hornmasse die Haut in ihren Falten (oder Reifen) und Gefäſsen sich gleichsam vervielfältigt. Die Hörner haben vielleicht nicht bloſs die Haut

*) Ich habe mich vergebens bemüht, Bainhamsche Präparate aus London zu erhalten, man spricht auch dort von ihnen sehr zweideutig.

**) Das heiſst der einfachen Oberhaut. Denn die Haut des Schuppenthiers stellt mit jeder Schuppe gleichsam einen Nagel dar. Einige Schriftsteller (Linné, Tiedemann, Illiger) nennen diese Theile knochenartig, das sind sie aber keineswegs. Nur bei den Tatu's liegt eine Knochenmasse unter der Oberhaut.

selbst als absonderndes Organ, sondern der knöcherne Zapfen, den sie umhüllen, scheint mir mit seinen grofsen Gefäfsen ebenfalls dazu beizutragen, doch bedarf dieser Theil meiner Untersuchung noch wiederholter Beobachtungen. Aus dem Folgenden nämlich ergiebt sich, dafs auch grofse Hörner aus der Haut allein entspringen können; so wie ferner der Knochenzapfen bei manchen Hörnern nicht grofs genug scheint; mir wird daher, indem ich dieses schreibe, meine ehemalige Ansicht verdächtig, nach welcher ich dem Knochenzapfen, oder vielmehr dessen Beinhaut, sehr viel zur Erzeugung der Hörner anrechnete.

Die dritte Hornerzeugung, die der Haare, ist die zusammengesetzteste. Will man sie mit weniger Mühe genau kennen lernen, so mufs man die gröfseren Barthaare der Thiere (*Mystaces*) untersuchen. Ich hatte vor zehn Jahren Gelegenheit, ein Paar Seehunde frisch zu untersuchen, und habe darnach den Gegenstand in meiner *Diss. de pilorum structura, Gryph.* 1806. 4. beschrieben. Für jedes Haar liegt in der Haut eine hornartige Kapsel, die nach aufsen und innen offen, an den Seiten verschlossen, und bei jenen Haaren des Seehunds länglich, ungefähr drei bis vier Linien lang, und etwa von einer halben bis $\frac{2}{3}$ Linie im Queerdurchmesser ist, bei andern Haaren aber rundlich oder oval ist. Diese Kapsel wird auch die Zwiebel genannt; an ihrem untern oder innern Ende dringen Gefäfse und Nerven hinein, und bei jenen Barthaaren des Seehunds setzen sich äufserlich an die Kapsel Muskelfasern. In ihr steckt das Haar, und zwar in der ganzen Länge der Kapsel, jedoch ohne irgendwo mit ihr in Verbindung zu seyn, sondern so als man die Kapsel spaltet, liegt das Haar los da. Das unterste Ende des Haars ist hohl, aber nur in einer sehr kurzen Strecke; beim Seehund beträgt die Länge oder Höhe der Höhle keine halbe Linie; beim Wallrofs ist sie hingegen, nach Baster's Abbildung, ziemlich beträchtlich; bei den Haaren der menschlichen Augenbraunen macht das Ende ein Knötchen, und das hat Anlafs gegeben, dafs Einige geglaubt haben, beim Ausziehen des Haars die Kapsel oder Zwiebel mit hervorzuziehen, welches nie geschieht. Das Haar selbst ist ohne alle Höhle und eine dichte Hornmasse, wie ich mich durch viele Versuche überzeugt habe; ich habe die feinsten Segmente gröfserer Haare, z. B. vom Seehund, vom Pferde u. s. w., wie von menschlichen, nach allen Richtungen geschnitten, mikroskopisch untersucht: immer aber war es eine dichte Masse. Dafs das ganze Haar, unter dem Mikroskop betrachtet, durch eine optische Täuschung, weil es nämlich auf dem convexe-

sten Theil am stärksten erhellt ist, hohl erscheint, ohne es zu seyn, darf ich als bekannt voraussetzen.

Betrachtet man die Höhle der Basis des Haars, und wie dieses damit in die Haarkapsel hineinragt, so hat dies auf den ersten Blick einige Aehnlichkeit mit der Bildung unserer Zähne; allein diese bilden sich ganz anders aus, sie bekommen Wurzeln, in welche Gefäſse und Nerven eindringen, indem sich das anfangs hohle Scherbchen verlängert, und dies selbst bleibt die Krone, die inwendig mit Beinhaut ausgekleidet, mit Gefäſsen und Nerven versehen ist; während das Haar nie Gefäſse oder Nerven hat, sondern diese nur für seine Kapsel bleiben. Etwas mehr steigt jedoch die Aehnlichkeit, wenn man die Hauzähne mancher Thiere und die Vorderzähne der Nagethiere betrachtet, wo die (jedoch viel gröſsere) Höhle auch nur an der Basis, nicht in der Krone befindlich ist.

Je nach dem Grad der Zusammensetzung ist auch die Wiedererzeugung der Hornsubstanz mehr oder weniger leicht. Die Oberhaut erzeugt sich sehr leicht und schnell wieder, und die Wiedererzeugung ist nicht auf ein oder auf wenige Male eingeschränkt. Bei den Nägeln geschieht sie schon langsamer, und sehr leicht unordentlich, und bei den Hufen sehen wir, daſs die wiedererzeugten selten recht brauchbar sind, so daſs häufig die Thiere dabei zu Grunde gehen. Die erneute Haarerzeugung wird ebenfalls leicht unterbrochen, häufig erzeugen sich die Haare an manchen Stellen gar nicht wieder. Die Ursachen davon sind bis jetzt nicht gehörig durch Untersuchungen nachgewiesen, doch lassen sich mehrere dafür hypothetisch angeben, besonders eine verminderte Ernährung der Haarkapseln, und ein gestörter oder aufgehobener Nerveneinfluſs auf dieselben, oft wohl geradezu Desorganisation derselben. Wie stark jene ersteren Ursachen wirken müssen, sehen wir deutlich in den Fällen, wo nach Angst und Schrecken die Haare plötzlich grau oder weiſs werden, oder wo nach heftigen Kopfschmerzen die Haare schnell ausfallen u. s. w.

Von den krankhaften Hornbildungen kann ich hier nur einige Punkte erwähnen.

Erstlich, was die Oberhaut betrifft, so sehen wir, daſs sie häufig einen geringen Zusammenhang mit der Haut hat, und vielleicht bloſs dadurch brüchiger ist; das ist das Sprödeseyn der Haut, welches sehr verschiedne Grade hat, und woran sich zuletzt die unschicklich so genannte Ichthyose schlieſst, wo die Oberhaut sich in trocknen Schrunden erhebt, wie wir es

bei den Porcupinemen oder Stachelschweinmenschen gesehen haben. Ich habe geradezu den Uebergang des Sprödeseyns der Haut in diesen Zustand gesehen, und es giebt hier viele Mittelzustände, bei deren Beachtung man nur den Zusammenhang einsieht.

Einige neuere Schriftsteller, vorzüglich Reich und Dehne, haben das Scharlachfieber als einen bloſsen Häutungsproceſs ansehen wollen, allein gewiſs mit Unrecht. Wir haben Beispiele genug, wo die Abschuppungen der Oberhaut nicht so unmerklich wie gewöhnlich vor sich gegangen sind, sondern so schnell und stark erfolgten, daſs täglich groſse Massen abstarben und abfielen, allein es war kein fieberhafter Zustand damit verbunden Es läſst sich auch wohl nicht erklären, wie der Häutungsproceſs epidemisch eintreten und wohl gar mit Ansteckung verbunden seyn sollte, die doch schwerlich beim Scharlachfieber geläugnet werden kann. Mit gleichem Recht könnte man eine Menge Ausschlagsfieber für Häutungsprocesse erklären, allein die Pathologie würde offenbar dabei verwirrt.

Die krankhaften Abweichungen der Nägel und Haare übergehe ich, da sie schon so vielfach erörtert worden und meine Erfahrungen darüber ganz unbedeutend sind.

Dagegen sey es mir erlaubt, über die Bildungen der Hörner noch Einiges beizubringen.

Ich habe in Rambouillet Gelegenheit gehabt, eine 25 Häupter starke Heerde ungehörnten Rindviehs zu untersuchen. Bei einem groſsen Stier, dem angeblich aus Asien abstammenden Stammvater der Heerde, war auf der Stirne eine leichte Erhabenheit des Schedels, aber keine Spur von Hörnern. Ein Paar der Stiere von seiner Abkunft hatten kleine, 4—5 Zoll lange, festsitzende rundliche Stumpfe; von den Kühen hatten ebenfalls einige dergleichen, 2—3 Zoll lang; bei einigen andern waren sie an der Basis beweglich; bei einigen lagen unter der Haut kleine harte Körper wie Scirrhen; bei den übrigen fehlten sie ganz. Die Kühe, welche von jenem Stier belegt waren, sind alle von gewöhnlicher gehörnter Art gewesen, jene Eigenschaft stammte also bloſs vom Vater her. —Mehrere Schriftsteller sprechen von ungehörntem Rindvieh, z. B. Barrow unter den Neueren, unter den Aelteren le Blanc, Flacourt u. s. w., worüber Beckmann im ersten Bande seiner schätzbaren Litteratur der Reisen, im 4. St. S. 565—8 zu vergleichen ist.

Die bei vielen dieser Thiere an der Basis bloſs in der Haut hängenden Hörner sind natürlich ohne Knochenzapfen, also bloſs der Haut angehörig, und doch sind sie zuweilen nicht klein; so spricht Barrow z. B. von solchen an der Haut hängenden vier bis acht Zoll langen Hörnern.

Sie erklären wiederum die Hörner, welche Menschen und Thieren, z. B. Pferden und Schafen, nicht selten und an sehr verschiednen Stellen des Körpers aus der Haut gewachsen sind. Zu den merkwürdigsten Wucherungen dieser Art gehört unstreitig der ungeheure Hornauswuchs aus der Haut an der Seite des Beckens von einer gemeinen Taube, wovon ich hier die Ehre habe, eine Zeichnung vorzulegen, und wovon das Präparat auf dem Museum befindlich ist *).

Damit sind ferner die Warzen einerlei, welche an den Händen, im Gesicht und an andern Theilen des Menschen entspringen, und welche die Schriftsteller oft sonderbar genug erklärt haben. Offenbar sind es nichts als Hornwucherungen, die aber bald mehr, bald weniger festsitzen, wie auch bei jenen Hörnern der Fall ist.

Dagegen ist durch Salt das Räthsel gelöset, womit Bruce die Naturforscher zu beschäftigen gewuſst hatte. Er erzählte nämlich, die ungeheuren Hörner der Shangallas-Ochsen rührten von einer Krankheit her; das Thier zehrte, indem sie sich entwickelten, immer mehr ab, der Hals verhärtete sich, und der Kopf könne nicht weiter bewegt werden, endlich stürbe es, indem kaum noch einiges Fleisch auf den Knochen sey, die Hörner dagegen den gröſsten Umfang erreicht hätten. — Salt **) bekam auf seiner zweiten Reise nach Abyssinien von dem Ras drei solcher Ochsen geschenkt; sie waren sehr gesund und munter, und sogar so wild, daſs er sie tödten muſste. Das gröſste Horn dieser Thiere war beinahe vier Fuſs lang,

*) Der Herr General-Staabs-Chirurgus Goerke, dem das Anatomische Museum schon so vieles verdankt, hat mir auch dieses seltene Stück für dasselbe geschenkt. Die Taube war in ihrer Freiheit unter dem Namen der Horntaube bekannt gewesen, und in der Gegend von Nordhausen in einer Mühle eingefangen und drei Viertel Jahr gefüttert worden. Der Herr Bataillons-Chirurgus Ebeling in Nordhausen erhielt sie hernach und übersandte sie dem Herrn G. St. Ch. Goerke.

Der bekannte Chemiker John hat die Güte gehabt, etwas von dem Horn zu untersuchen, und es ganz wie gewöhnliches Horn gefunden.

Die Zeichnung stellt die Taube mit dem Hornauswuchs in natürlicher Gröſse sehr getreu dar.

**) *A Voyage to Abyssinia and travels into the interior of that country. By Henry Salt. London* 1814. 4. *p.* 258. Mit einer zwei solche Ochsen abbildenden Kupfertafel.



und der Umfang an der Basis desselben betrug 21 Zoll. Die Thiere waren dessenungeachtet nicht gröſser als unser gewöhnliches Rindvieh, und Salt hält sie ganz von derselben Art. Seine Abbildung hingegen scheint doch eine merklich verschiedene Gestalt von unserm gewöhnlichen Rindvieh anzugeben, und dies Thier, das selbst gröſsere Hörner trägt, als der Arni, oder der indische Riesenbüffel, möchte doch mit seinem groſsen Kopf, seinem starken Halse und dem kleinen Buckel auf dem Rücken, etwas mehr als Spielart unsers Rindviehs seyn. Salt ist kein Naturforscher, scheint auch gegen Bruce die Sache zu leicht abmachen zu wollen. Sonst aber verdient er allen Dank, daſs er das Mährchenhafte in der ältern Erzählung dargethan hat.

Ich wollte die Hornwucherungen noch mit den Wucherungen anderer fester Theile der thierischen Körper vergleichen, hebe aber dies für eine andre Gelegenheit auf, um nicht die Gränzen dieser Abhandlung zu überschreiten.

Beschrei-


F. Guimpel sc.

Beschrei-

Beschreibung

des

Gehirns von einem Kinde, welchem das rechte Auge und die Nase fehlten.

Von Herrn K. A. Rudolphi *).

I. Beschreibung des Falles.

Eine gesunde Frau von 22 Jahren, Gattin eines kräftigen jungen Mannes und Erstgebährerin, ward nach einer leichten Schwangerschaft von einem völlig ausgetragenen, lebenden Kinde ohne groſse Beschwerde entbunden. Dieses war weiblichen Geschlechts, von gewöhnlicher Gröſse, wohlgenährt und bis auf das Gesicht wohlgestaltet. Auf der linken Seite befand sich ein in allen Theilen wohlgebildetes Auge, auf der rechten Seite hingegen fehlte das Auge ganz und gar, und die Haut der Stirne setzte sich unmittelbar in die der Wange gerade fort, ohne Spuren von Augenbraunen und Augenliedern, und ohne daſs sich an der Stelle, wo das Auge hätte seyn sollen, etwas dem Aehnliches unter der Haut hätte durch das Gefühl entdecken lassen. Die Nase fehlte ebenfalls, und die Haut senkte sich von der Stirne gerade hinab, doch so, daſs kleine, platte, etwas bewegliche, den Nasenknochen analoge Theile unter der Haut befindlich schienen. Die Ober-

*) Vorgelesen den 26. Oktober 1815.

lippe war in der Mitte getheilt, und die Spalte zog sich etwas stark und spitz hinauf, so daſs die Mundöffnung beinahe pyramidalisch erschien, und wegen der fehlenden Nase hier ein ganz anderes Ansehen statt fand, als bei den gewöhnlichen Hasenscharten oder Wolfsrachen. Die Ohren und die übrigen Theile des Gesichts waren natürlich gebildet.

Die Mutter war durch den Anblick des Kindes sehr erschreckt worden; als dasselbe aber nach sechszehn Stunden starb, wollte sie es doch durchaus beerdigt wissen, und da sie inzwischen sehr krank geworden war, so stand für sie zu fürchten, falls man es hätte erzwingen wollen, das Kind für die Anatomie zu behalten. Ich muſste also nur froh seyn, daſs mir die Sektion des Kopfs verstattet ward, und daſs ich bei dieser Gelegenheit das Gehirn herausnehmen und zu genaueren Untersuchungen behalten durfte.

Wie ich die Bedeckungen des Schedels durchschnitt, fand ich Wasser unter der Haut; unter dem Schedel hingegen war keines vorhanden. Das Gehirn schien von oben angesehen ganz natürlich beschaffen zu seyn, nur daſs es mir vorne auf der rechten Seite etwas schmaler vorkam; wie ich es aber aufhob und die Nerven durchschnitt, sah ich gleich, daſs auf der rechten Seite fünf derselben fehlten, wovon hernach.

Als ich das Gehirn herausgenommen hatte, untersuchte ich den Schedel, so viel es mir erlaubt war. Der ganze hintere Theil der Schedelhöhle, das Hinterhauptsbein, die Scheitelbeine und der Stirntheil der Stirnbeine waren natürlich beschaffen. Der Augenhöhlentheil des linken Stirnbeins ebenfalls, der des rechten hingegen war flach (nicht für einen darunter liegenden Theil gewölbt), und zwischen ihm und dem Jochbein und dem Oberkiefer war, statt einer Augenhöhle, eine schwache Querfläche, so daſs der Körper des Oberkiefers mit dem Stirnbein zusammentrat. Auf der rechten Seite erblickte und fühlte ich auch statt der rechten Hälfte der Siebplatte eine bloſse Vertiefung, in welche hinten Gefäſse drangen. Auf der linken Seite ging der Geruchsnerve hinein. Eine weitere Zergliederung des Schedels ward mir nicht gestattet. Sonst wäre die genauere Untersuchung des Keilbeins, des Oberkiefers u. s. w. von groſsem Interesse gewesen.

Bei Betrachtung der Basis des Gehirns, ohne weitere Vorbereitung, als daſs die Gefäſshaut, wo sie im Wege war, entfernt ward, fand ich Folgendes zu bemerken:

1) Der Geruchsnerve der rechten Seite fehlte ganz; der linke war vorhanden, allein die sonst immer so leicht erkennbaren Wurzeln des-

selben waren durchaus nicht aufzufinden, sondern er trat gleich als ein starker Nerve von dem Theil des Gehirns ab, welcher den gestreiften Körper von unten umfaſst.

2) Der rechte Sehnerve fehlte, der linke war ganz natürlich beschaffen, und nach der rechten Seite hin, da wo sonst die Verbindungs- oder Kreuzungsstelle der Sehnerven ist, ging ein kleiner Fortsatz in die Queere ab, der sich mit einer markleeren Stelle endigte, oder dessen am Ende marklose Scheide in die harte Hirnhaut überging.

3) Der Dritte,

4) der Vierte, und

5) der Sechste Nerve fehlten auf der rechten Seite gänzlich; auf der linken waren sie wie gewöhnlich.

6) Die übrigen Nervenpaare waren auf beiden Seiten vorhanden.

7) Die graue, den Boden der dritten Hirnhöhle ausmachende Masse, hinter der Stelle, wo sich die Sehnerven sonst vereinigen, und welche diese verstärkt, war vorhanden, doch auf der linken Seite stärker.

8) Das linke Markkügelchen (*eminentia candicans*) war vorhanden, das rechte fehlte.

9) Auf der rechten Seite war zur Seite des Gehirnschenkels eine starke birnförmige Hirnmasse, die mit einem dünnen und kurzen cylindrischen Stiel in den Anfang des rechten hintern Gehirnlappens, oder in die Fortsetzung des Ammonshorns verlief. Ich vermuthete gleich in jenem Theil den nach unten und links hervorgetretenen rechten Sehhügel, welches sich auch hernach bestätigte. Genug, es lag hier auf der Basis ein Körper, der sonst daselbst nicht vorkommt, und der ihr eine fremde Gestalt mittheilte.

10) Die linke Seite des groſsen Gehirns war an der Basis bis auf die Grube des Sylvius natürlich gebildet, diese aber allerdings fehlerhaft und zu klein, daher auch hier keine Würzeln des Geruchsnerven zu entdecken waren.

11) Der rechte Lappen des groſsen Gehirns war viel tiefer wie gewöhnlich, eingeschnitten, so daſs zwischen den Windungen mehrere groſse Höhlen vorkamen, wenn man dieselben aus einander legte.

12) Die Gehirnschenkel erschienen ganz gleich gebildet.

13) Die Varolische Brücke klein, etwas zusammengedrückt, aber in den Hälften ziemlich gleich, doch auf der linken Seite mir etwas stärker scheinend.

14) Das kleine Gehirn sehr klein, allein in den Hälften gleich.

15) Die Pyramiden gleich, der rechte Olivenkörper aber grösser als der linke.

Das bisher Angegebene ist auf der ersten Tafel vorgestellt.

Bei der Untersuchung des Gehirns von oben fand ich in den Windungen und den Substanzen nichts Widernatürliches, dagegen bemerkte ich gleich, dafs sich das *Corpus callosum* auf der rechten Seite lange nicht so weit nach hinten erstreckte, als auf der linken. Als ich die grofsen Seitenhöhlen blofs legte, zeigte sich die rechte ebenfalls kleiner, und ihr vorderes Horn kürzer, so dafs der gestreifte Körper auf der linken Seite mehr nach vorne zu liegen schien; das hintere, so wie das mittlere oder absteigende Horn rechts fast ganz fehlend, oder höchst unbedeutend; auf der linken Seite normal. Hier ging auch die Binde (*Taenia*) mit dem Ammonshorn gehörig fort, auf der rechten Seite hingegen fehlte die Binde fast ganz und das Ammonshorn war sehr schwach und versteckt, weil es nicht frei lag, sondern der hintere Schenkel des Gewölbes sich bald in die Gehirnsubstanz senkte; doch fehlte das Ammonshorn nicht, wie es zuerst schien, sondern beim weiteren Verfolgen nach der Basis ergab sich deutlich, dafs der obengenannte Theil, in welchen sich der Sehhügel mit seinem Fortsatz verlor, das Ammonshorn war. Auf der rechten Seite fand sich die Oeffnung für das überall natürlich beschaffene Adergeflecht unter dem Schenkel des Gewölbes viel gröfser, als auf der linken. Rechter Seite sah man nun auch deutlich den vergröfserten Sehhügel unter dem gedachten Schenkel nach links heraus und in die Tiefe gezogen.

Die jetzt genannten Theile bildet die zweite Tafel ab.

Ich spaltete hierauf das *Corpus callosum* der Länge nach, um die Scheidewand zu betrachten, und fand in dieser eine widernatürlich erweiterte Höhle, so dafs hier eine beträchtliche Wasseransammlung statt gefunden haben mufste, die mir aber nicht zu Gesicht gekommen war, da das Wasser durch den Alcohol weggeschaft war, worin ich das Gehirn, gleich nachdem ich es aus dem Schedel des Kindes nahm, gelegt, und den ich einigemal erneut hatte. In der Höhle der Scheidewand war bei der genaue-

sten Untersuchung weder nach unten noch irgend einer andern Seite die geringste Oeffnung zu finden. Siehe die dritte Tafel.

Ich durchschnitt nun die hintern Schenkel des Gewölbes und schlug dieses mit dem *Septum* und *Corpus callosum* nach vorne zurück, wo sich denn ergab, dafs der linke vordere Schenkel des Gewölbes normal war, während der rechte beinahe fehlte oder nur aus dem Epithelium der Höhlen bestand, womit auch das oben erwähnte Fehlen des rechten Markkügelchens zusammenpafst, da dies bekanntlich gleichsam ein Knie ist, das der vordere Schenkel des Gewölbes bildet. Die dritte Hirnhöhle war sehr grofs, und ohne mittlere Commissur, so dafs die Sehhügel weit auseinander standen, wie die vierte Tafel zeigt; der absteigende Gang zum Trichter sehr erweitert, allein an seinem Grunde völlig geschlossen. Die hintere oder die Oeffnung in die Wasserleitung des Sylvius, die Vierhügel, die Klappe, das Marksegel waren ganz natürlich beschaffen.

Die Zirbel mufs sehr klein gewesen seyn; gleich bei dem Herausnehmen des Gehirns dachte ich nicht daran, da so viele Abweichungen meine Augen auf sich zogen; am andern Tage, nachdem das Gehirn in mehrmals gewechseltem Alcohol gelegen hatte, konnte ich sie nicht mehr erkennen, ihre Schenkel waren sehr schwach. Am Trichter war nichts ungewöhnliches. Die *Glandula pituitaria* habe ich zu untersuchen vergessen.

Das Präparat ist auf dem Museum befindlich, und es ist alles, was ich davon angegeben habe, noch jetzt daran zu erkennen.

II. Vergleichung dieses Falls mit andern.

Ein ganz ähnlicher Fall *) findet sich bei keinem Schriftsteller; auch kenne ich überhaupt nur zwei Beobachtungen, die mit der meinigen zu vergleichen sind, allein sich dennoch, wie man gleich sehen wird, wesentlich da-

*) Ph. Fr. v. Walther (Ueber die angebornen Fetthautgeschwülste und andere Bildungsfehler. Landshut 1814. Fol. S. 36.) besitzt eine Mifsbildung, die der hier beschriebenen etwas nahe kommt, allein leider nicht in Hinsicht des Gehirns und der Nerven untersucht ist. Es fehlt nämlich der linke Augapfel, und die Augenhöhle ist sehr klein. Die Augenlieder sind verschrumpft und an den Rändern verwachsen; die Nase fehlt auch nicht, sondern ist nur an der linken Seite zusammengedrückt — Wie ich die vorliegende Abhandlung schrieb, hatte ich Walther's Beobachtung noch nicht gelesen.

von unterscheiden. Die Ursache davon ist leicht zu erklären. Erstlich verheimlichte man ehmals die Misgeburten so viel wie möglich, so dafs die Aerzte, die dergleichen Seltenheiten zu bekommen Gelegenheit hatten, sie viel zu hoch hielten, um an ihnen etwas durch die Zergliederung zu verderben, oder wenn sie dieselben secirten, so machten sie davon Skelette und liefsen den Kopf gewöhnlich ungeöffnet. Zweitens aber ward ihnen eine fruchtbare Zergliederung des Gehirns sehr erschwert, weil sie keine Methode kannten, dasselbe zu erhärten, und so ein und dasselbe Gehirn zu tiefergehenden fortgesetzten Zergliederungen und Abzeichnungen fordernden Untersuchungen geschickt zu machen.

Zwar habe ich oft Gehirne gefunden, besonders von Personen, die am Typhus gestorben waren, woran man ohne künstliche Erhärtung alles leicht entwickeln konnte [a]), allein zu fortgesetzten Zergliederungen dauerte die Härte doch nicht aus. Wird hingegen das Gehirn in Alcohol gelegt, und dieser häufig gewechselt, und noch besonders, wenn man ihm Eingang in die Höhlen verschafft, so kann man an demselben Gehirne eine Präparation nach der andern vornehmen, und so dem Zeichner die nöthige Zeit lassen. Diese kleine Reihe von Abbildungen eines widernatürlich gebildeten Hirns, welche ich hier liefere, ist daher auch die erste, welche erscheint. Wie würde sich mein verewigter College Reil gefreut haben, wenn er diese Benutzung der von ihm so angewandten Methode hätte sehen können!

Die beiden Fälle, welche ich meine, sind folgende.

Malacarne [b]) erzählt von einem Mädchen, das er zwei Monate lang lebend zu beobachten Gelegenheit hatte, dessen Augenlieder, und überhaupt alle äufsern Theile des Gesichts, bis auf die fehlenden Augen, wohlgebildet waren, und wo die Zergliederung den Mangel der Augäpfel und deren Muskeln, so wie der Sehnerven, und des dritten, vierten und sechsten Nervenpaares zeigte. In Ansehung der Sehnerven bemerkt er noch, dafs auch ihre Verbindungsmasse, oder die sogenannte Kreuzungsstelle (*le loro aje quadrate*, wie er sich ausdrückt) und die Seehügel fehlten.

a) Ich bemerke hierbei gelegentlich, dafs nichts ungegründeter ist, als die Furcht vor den am Typhus Verstorbenen. Die Leichen derselben mit und ohne Flecken, die der am Scharlachfieber, an Masern u. s. w. Gestorbenen bringen keine Gefahr. Ich habe nicht einmal eine örtliche Pocke von vielfältiger Berührung der an Blattern Gestorbenen beim Zergliedern entstehen sehen.

b) *I sistemi e la reciproca influenza loro indagati da Vincenzo Malacarne. Padova* 1803. 4. *p.* 90.

Ich schliefse aus dieser Aeufserung, dafs Malacarne das Gehirn nur von unten angesehen und nicht weiter untersucht hat. Denn der Mangel so grofser Theile, wie der Sehhügel, mufste durchaus in der Anordnung der andern innern Theile des Gehirns eine grofse Veränderung hervorbringen; und ich kann mir gar nicht denken, wie dabei die dritte Hirnhöhle, die hintern Schenkel des Gewölbes, das Ammonshorn u. s. w. haben bestehen können. Da er aber kein einziges Wort von den andern Theilen sagt, so fehlten wahrscheinlich nur die untersten Stücke der Sehhügel, so weit er sie von der Basis aus ohne Präparation sehen konnte. Eine genaue Untersuchung dieses Falls hätte gewifs sehr interessante Resultate gegeben.

Das von Klinkosch [c]) beschriebene, ebenfalls ausgetragene Kind war ein Knabe, welcher eine halbe Stunde nach der Geburt starb, und dessen Mifsbildung sehr viel gröfser als in meinem und Malacarne's Fall war. Die Knochenbildung des Schedels war sehr zurück geblieben; die Stirn bildete eine grofse Geschwulst, die Nase fehlte, der Mund war sehr verunstaltet; die mehrsten Gesichtsmuskeln fehlten; das linke Auge war von einer einzigen Haut gebildet und stellte mehr eine Hydatide vor, welche zwischen den Augenliedern hervorragte, übrigens aber tiefer stand, als die kleine narbenartige Stelle, welche gleichsam die Augenliederspalte des fehlenden rechten Auges bezeichnete. Das Gehirn war nicht in die gewöhnlichen beiden Hemisphären und deren Lappen getheilt. Die beiden Seitenhöhlen gingen mit der dritten in einen grofsen Sack zusammen, der gegen neun Unzen klaren Wassers enthielt. An der obern Decke dieses Sacks (vom *Corpus callosum* spricht der Verfasser gar nicht) hing das Gewölbe ohne eine Scheidewand. Die vordern Schenkel des Gewölbes gingen nach unten hinter der vordern Commissur unter den Sehhügeln in das Mark der grofsen Hirnschenkel über; die hintern Schenkel des Gewölbes waren verwischt (*oblitterata*). Die Zirbeldrüse und die Vierhügel waren schwer, die gestreiften Körper und die Sehhügel leichter zu unterscheiden. Aus der dritten Höhle führte ein weiter trichterförmiger Gang in einen Sack der harten Hirnhaut, welcher durch den Körper des Keilbeins in die Mundhöhle hinein ragte, und worin der hohle Anhang des Gehirns (*glandula pituitaria*) lag. In der vierten Höhle, im kleinen Gehirn, im verlän-

c) *Josephi Thaddaei Klinkosch programma quo anatomen partus capite monstroso proponit.* Prag 1766. 4. *recus. in: Dissertationibus Medicis select. Pragensibus. Vol. I. Prag.* 1775. 4. *n. XII. p.* 199—208.

gerten und Rückenmark war nichts abweichend. Die ersten sechs Nervenpaare fehlten gänzlich, die übrigen waren wie gewöhnlich beschaffen. Obgleich das fünfte Nervenpaar fehlte, so waren doch alle seine ausserhalb des Schedels befindlichen Zweige vorhanden, so dass sich Klinkosch darüber ausdrückt, sie wären gleichsam aus sich selbst entsprungen. Auch der sympathische Nerve, sagt er, sey im *sinus cavernosus* gleichsam durch sich selbst entstanden.

Vergleicht man diese Fälle, so sieht man gleich den wichtigen Unterschied, dass in ihnen die Nerven auf beiden Seiten fehlten, während dies in meinem Fall nur auf einer Seite statt fand, so wie auch hier das Gehirn ganz unsymmetrisch erschien. Malacarne hat das Gehirn, wie ich oben gezeigt habe, entweder nicht untersucht, oder normal gefunden. Klinkosch fand dasselbe durch eine grosse Wasseransammlung höchst verändert, und von dieser möchte fast alles, was er angiebt, herzuleiten seyn. Wenn aber auch in meinem Fall zwar in der dritten, so wie in der Höhle der Scheidewand, sich Wasser angehäuft hatte, und man dies Wasser mehr nach einer Seite wollte drängen lassen, so fragte sich doch, warum es denn mehr nach einer Seite drängte, und Niemand würde auch dadurch die vielen oben von mir einzeln angegebenen Anomalien zu erklären im Stande seyn. Ist aber das Ganze hier nicht in Ansehung seines Ursprungs deutlich, so bietet doch dieser Fall eine Menge höchst interessanter Resultate dar.

III. Bemerkungen.

1. Noch immer können sich die Physiologen nicht von der Idee trennen, als ob ein Theil durch den andern gebildet würde, oder von ihm ausliefe, und doch ist das Falsche dieser Ansicht in die Augen springend. Man streitet sich noch immer, ob das Gehirn vom Rückenmark, oder dieses von jenem, ob die Nerven von beiden entspringen, und sofort; obgleich nichts von dem allen gegründet ist, sondern jeder Theil an seiner Stelle nach bestimmtem Typus geformt wird, wofern kein Hinderniss an diesem Punkt statt findet.

Die Fälle, wo das Rückenmark ohne Gehirn vorkommt, sind sehr häufig; die, wo die Nerven ohne Gehirn und Rückenmark gefunden werden,



den, kommen auch nicht sogar selten vor. Ich habe selbst die Zergliederung einer solchen Mifsgeburt angestellt, und wo ich einen Nerven am Kopf oder an den Gliedmafsen untersuchte, da fand ich ihn völlig normal beschaffen; gegen das fehlende Rückenmark hin endigten sich alle Nerven mit hohlen Scheiden, und traten so in Verbindung mit dem Theil der harten Hirnhaut, der hier allein vorhanden war. Ob das Gehirn ohne Rückenmark vorkommen könne, bezweifeln Sömmerring d), und Meckel e), allein der Fall spricht offenbar dafür, wo auf dem Kopf eines Kindes blofs ein zweiter Kopf steht; denn man weifs ja, dafs wenn Kinder oder Thiere f) mit der Scheitel zusammentreten, keine Verbindung unter den Gehirnen oder dem Rückenmark statt findet. Man hätte auch nur darauf zu sehen brauchen, dafs Kinder oder Thiere mit zwei Köpfen und einem Rückgrath, oder mit zwei Wirbelsäulen und einem Kopf geboren werden. Da ist nicht alles, sondern nur manches doppelt, das andre einfach; hätte das Rückenmark aber das Gehirn zu bilden, so müfste dieses ja nothwendig doppelt seyn, wo es jenes ist. Wie hier alles bewundernswürdig an einander gereiht ist, sehen wir es auch an den doppelten Zungen und dem einfachen Kehlkopf solcher Mifsgeburten; und so überall.

Wie wenig ein Theil von dem andern abhängig ist, oder von ihm gebildet wird, sehen wir auch an den halben oder Viertelskörpern, wo bald der Kopf, bald der Kopf und die Brust und die obern Gliedmafsen, bald auch selbst ein Theil des Unterleibes fehlt. Hier bleibt oft nur ein sehr geringes Stück des Rückenmarks, hier ist keine Bildung von einem Herzen des Kindes oder Thiers aus, und doch sind die wenigen vorhandnen Theile, z. B. die untern Extremitäten, ganz ausgebildet.

Auch in unserm vorliegenden Fall hat der linke Sehnerve seinen Verbindungszweig, obgleich der rechte, mit dem er sich zu verbinden hätte, fehlt, und so geht seine Scheide blofs in die harte Hirnhaut.

d) *De corporis humani fabrica.* T. IV. p. 158. §. 171.

e) Handbuch der pathologischen Anatomie. I. S. 350.

f) Unser anatomisches Museum besitzt den seltenen Fall, wo ein Paar Enten blofs an der obern Seite des Kopfs zusammenhängen.

Wir können daher alle Streitigkeiten über die Bildung eines Theils aus dem andern sehr füglich fallen lassen. Wenn auch ein Theil früher erscheint als der andere, so macht dies nichts aus, wie wir ja z. B. sehen, wenn die sich viel später bildende Extremität mit Nerven und Gefäſsen versehen ist, während Herz und Rückenmark fehlt. In dem Augenblick, als der Keim des organischen Körpers gebildet ist, liegt die Grundzeichnung aller seiner Theile da, wenn gleich nicht immer für uns leserlich. Ich bin durch die Pflanzenanatomie vorzüglich hierüber belehrt worden, wo im zartesten Keim die Stellen für alle Gefäſse angedeutet sind, während diese selbst noch fehlen; jetzt sehe ich in allem die Bestätigung davon.

2. Gegen den eben vertheidigten Satz streitet es nicht, daſs die zu einem System gehörigen Theile häufig zusammen fehlen, denn alsdann hemmt eine gemeinschaftliche Ursache die Entwicklung in der ganzen Ausdehnung des Systems. So fehlten hier mit dem Auge und dessen Muskeln auch alle dahin gehörigen Nerven, so auch in dem Fall von Malacarne und Klinkosch die Nerven beider Augen, nur daſs der letztere ein Rudiment von einem Auge beobachtete. Daſs die Augenlieder in dem von mir hier erzählten Fall fehlten, war eine besondere Misbildung. Malacarne sah bei seiner Miſsgeburt, trotz der fehlenden Augen, die Augenlieder völlig ausgebildet, und dasselbe fand ich vor ein Paar Jahren bei einer hirnlosen Miſsgeburt, die keine Augen hatte, wo aber die Augenlieder mit ihren Wimpern u. s. w. ganz normal waren.

3. Aus dieser so häufig vorkommenden Erfahrung, daſs die zu einem System gehörenden Theile leicht mit einander abweichen, möchte man hier wohl ungezwungen auf die nähere Beziehung der Sehhügel zu den Sehnerven schlieſsen, obgleich jetzt das Gegentheil davon häufig angenommen wird.

Gall nämlich leitet bekanntlich die Sehnerven von den Vierhügeln und von dem *Corpus geniculatum* her, und läugnet gänzlich ihren Ursprung von den Sehhügeln, worin ihm die mehrsten Neueren gefolgt sind. Allerdings kann man auch bei dem Menschen einen, aber nur kleinen Theil der Fasern des Sehnerven bis zu den Vierhügeln verfolgen, der gröſsere aber hängt bestimmt mit den Sehhügeln zusammen, von denen ja auch nur

das *Corpus geniculatum* einen Theil ausmacht, so daſs dadurch Gall selbst seine Meinung gewissermaſsen einschränkt. Es freut mich, daſs Rosenmüller in der diesjährigen neuen Ausgabe seines Handbuchs der Anatomie standhaft geblieben ist, und den Sehhügeln ihr Recht läſst; ich sehe wenigstens alle Jahre durch viele Sectionen die von mir angegebene Verbindung bestätigt.

In Klinkosch Fall war die Zerstörung durch den Wasserkopf zu groſs, als daſs man daraus etwas herleiten könnte. Malacarne läſst zwar mit den Sehnerven die Sehhügel fehlen, welches ganz für meine Meinung sprechen würde, allein seiner Beobachtung ist wenig zu trauen, wie ich oben gezeigt habe.

Der hier beschriebene Fall aber, wo ein Auge mit allen Nerven fehlte, das andere mit allen da war, scheint mir sehr beweisend. Die Vierhügel waren auf beiden Seiten ganz gleich, dahingegen welch ein Unterschied unter den Sehhügeln! Der eine mit einem gehörig gebildeten Sehnerven zusammenhängende ganz natürlich, der andere hingegen ganz aus seiner Lage weichend, hinabtretend und in das Ammonshorn übergehend. Und kann der cylindrische Fortsatz, mit dem er übergeht, wohl für etwas anders, als für ein Analogon des Sehnervens gehalten werden?

Man sieht auch hierin die gröſste Harmonie mit den Fällen, wo bei Menschen und Thieren nach langem Erblinden eines Auges der Sehnerve einschrumpft, und mit ihm der Sehhügel, aber nicht die Vierhügel.

4. Dies leitet mich auf die so oft bestrittene und vertheidigte Durchkreuzung der menschlichen Sehnerven. Wie Sömmerring immer in solchen Fällen den Sehhügel der entgegengesetzten Seite geschwunden gesehen hat, so muſs ich auch gestehen, daſs wo ich einen Sehhügel in einem solchen Fall geschwunden gesehen habe (bei einer Dohle, bei einem Pferde, und bei ein Paar Menschen), es sich eben so verhielt; mehrere Male sahe ich aber das Schwinden der Nerven ohne gleichzeitige Abnahme der Sehhügel.

Wie wenig aber hierdurch für eine wirkliche, vollständige Kreuzung bewiesen wird, zeigen die von Mehreren bekannt gemachten Fälle, in denen

der Sehhügel der nämlichen Seite, wo das Auge erblindet war, ein solches Schwinden erkennen liefs.

Der jetzt von mir beschriebene Fall aber ist entscheidend. Der einzige vorhandene Sehnerve nämlich geht zu dem Auge derselben Seite. Dabei schickt er aber einen Verbindungszweig in die Queere ab; eine Kreuzung wird also allerdings möglich, nämlich nur in den Fibern des Queerastes.

Wie wenig übrigens die bei den mehrsten Thieren statt findende Kreuzung für das Sehen wesentlich ist, sehen wir aus der schon vor funfzehn Jahren g) von mir bekannt gemachten Beobachtung, dafs bei einigen Fischen keine Durchkreuzung statt findet; ja dafs bei einigen Arten derselben Gattung (*Pleuronectes*) die Durchkreuzung fehlt, und bei andern vorhanden ist; dafs auch bei derselben Art bald der eine, bald der andere Nerve oben liegt. Ueberhaupt mufs der Anatom gestehen, wenn er nicht absichtlich blind seyn will, dafs unendlich vieles, das ihm zuerst sehr wesentlich scheint, nur Nebenzwecke erfüllt, z. B. sich auf eine bequemere Zusammenstellung, auf mindere Raumeinnahme und dergleichen bezieht.

5. Ueber den Ursprung des Geruchsnerven beweist dieser Fall offenbar gegen Gall, denn man kann hier durchaus nicht einen Zusammenhang mit andern Theilen darthun, als mit dem vordern Lappen des grofsen Gehirns. Auch sind hier beide vordere Lappen, da nur der eine mit dem Geruchsnerven zusammenhängt, keineswegs gleich.

6. Die Oeffnung, welche die Gebrüder Wenzel h) in der Höhle der Scheidewand annehmen, und wovon sie einen Kanal nach der dritten Höhle gehen lassen, habe ich bei der genauesten Untersuchung in normalen Gehirnen nie gefunden, obgleich ich sehr oft darnach gesucht habe, und mir wahrlich einerlei war, ob die Oeffnung da sey oder nicht, da ich nur

g) Wiedemann's Archiv für Zoologie und Zootomie. Braunschweig 1800. 8. 1. B. 2. St. S. 156. vermehrt in meinen Anat. physiol. Abhandl. Berlin 1802. 8.

h) Prodromus eines Werkes über das Hirn der Menschen und der Thiere. Tübing. 1806. 8. S. 7. *Josephus et Carolus Wenzel de penitiori structura cerebri hominis et brutorum. Tubing. 1812. fol. p. 70.*



das Wahre wissen und lehren will. Auch im Gehirn eines jungen Mädchens, das am innern Wasserkopf gestorben, und wo die Höhle der Scheidewand sehr groſs war, fand ich keine Oeffnung darin. Dasselbe ist mir auch hier begegnet, und das Präparat erlaubt noch Jedem die Untersuchung, welche hier um so beweisender seyn muſs, da bei der groſsen Ausdehnung der Höhle auch wohl jene Oeffnung, und jener Kanal, wovon die Gebrüder **Wenzel** sprechen, vergröſsert seyn müſsten.

7. Eben so beweisend ist dieser Fall für das Nichtdaseyn einer Oeffnung aus der dritten Höhle in den Trichter, da ihre vordere Vertiefung, so wie ihre ganze Ausdehnung, so sehr beträchtlich ist. Der Fall, den der treffliche **Klinkösch** beschrieb, unterscheidet sich sehr in diesen Theilen, allein es fand dort durch den innern Wasserkopf eine sehr groſse Miſsbildung statt, und der Boden der dritten Hirnhöhle war wohl zum Theil zerstört.

8. Sehr interessant ist in dem vorliegenden Fall die gleich geringe Ausbildung beider Schenkel des Gewölbes auf der rechten Seite, wodurch die Symmetrie des Gehirns sehr gestört wird, auch daſs das rechte Markkügelchen fehlt, wodurch dessen Zusammenhang mit dem vordern Schenkel des Gewölbes aufs Neue dargethan wird.

9. Die Bemerkung der Gebrüder **Wenzel**, daſs das Ammonshorn, oder die gerollte Wulst, eine Fortsetzung der äuſsern Hirnwindungen sey, findet hier ihre Bestätigung, wo jenes Horn auf der rechten Seite sowohl in der Höhle, als unten, viel schwächer ist.

Auch muſs ich bemerken, daſs ich nicht bloſs bei Erwachsenen überhaupt das Ammonshorn an Gröſse verschieden gefunden, sondern daſs ich es selbst an der einen Seite desselben Gehirns gröſser als an der andern gesehen habe. Ebenfalls kann ich die Beobachtung der Gebrüder **Wenzel** bestätigen, wenn sie ähnliche Abweichungen von den Hervorragungen im hintern Horn der groſsen Hirnhöhlen anführen.

10. Sehr auffallend ist mir die Verschiedenheit der noch ganz problematischen Oliven-Körper in dem von mir beschriebenen Fall. Ueber

ihre Beziehung wissen wir freilich noch gar nichts; indessen wenn mehr abweichende Gehirne untersucht werden, so erhalten wir über sie und über andere Theile des Gehirns vielleicht bald mehr Aufschlüsse.

IV. Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Die Basis des Gehirns.

A auf der linken Seite:

1. der Geruchsnerve;
2. der Sehnerve;
3. dessen Fortsatz zur Verbindung mit dem der andern Seite;
4. das Markkügelchen (*Eminentia candicans*);
5. der dritte,
6. der vierte,
7. der sechste Nerve.

Alle diese Theile fehlen auf der rechten Seite B.

8. Der hervorgetretene Sehhügel (*thalamus opticus*), welcher mit einem kurzen cylindrischen Fortsatz, gleichsam den Anfang eines Sehnerven, in
9. das hervorgetretene Ammonshorn übergeht.
10. Die auf dieser Seite sehr starke Grube des Sylvius.
11. Eine hintere sehr starke Vertiefung zwischen den Hirnwindungen.
12. Der auf dieser Seite gröſsere Olivenkörper.

Zweite Tafel.

1. Der schwielige Körper (*corpus callosum*), welcher nach hinten
2. auf der rechten Seite viel früher aufhört, als bei
3. auf der linken.
4. Die schwache Binde (*Taenia*) und der schwache hintere Schenkel des Gewölbes der rechten Seite.
5. Das sehr kleine, beinahe fehlende linke Horn der grofsen rechten Gehirnhöhle.
6. Das Ende des sehr kleinen mittleren Horns derselben.
7. Das grofse Durchgangsloch für das Adergeflecht.
8. Der aus der Hirnhöhle herausgetretene (herausgefallene) rechte Sehhügel.
9. 10. Die gestreiften Körper, wovon der rechte nicht so weit nach vorne reicht.
11. Der linke Sehhügel.
12. Die linke Binde und das Ammonshorn, welches sich gehörig in das mittlere Horn der grofsen Höhle hinabsenkt.
13. Das hintere,
14. das mittlere Horn der linken grofsen Seitenhöhle.
15. Der Eingang in die Wasserleitung des Sylvius.
16. Die regelmäfsig beschaffenen Vierhügel.

Dritte Tafel.

a. a. Das der Länge nach gespaltene und nach beiden Seiten zurückgeschlagene *corpus callosum*.

b. Die aufserordentlich erweiterte Höhle der Scheidewand.

c. Die vordere Grube darin.

Alles übrige ist wie auf der zweiten Tafel.



Vierte Tafel.

1. Das queerdurchschnittene und nach vorne mit dem Gewölbe zurückgeschlagene *corpus callosum.*
2. Der linke vordere Schenkel des Gewölbes, natürlich beschaffen.
3. Der fast ganz fehlende oder nur beinahe aus dem Epithelium bestehende rechte vordere Schenkel des Gewölbes (*Fornix*), von dem auch kein Markkügelchen gebildet ist, wie die erste Tafel zeigt.
4. Der zurückgeschlagene linke hintere Schenkel des Gewölbes.
5. Das Ammonshorn.
6. Der zurückgeschlagene rechte hintere Schenkel des Gewölbes.

7. 8. Die gestreiften Körper.

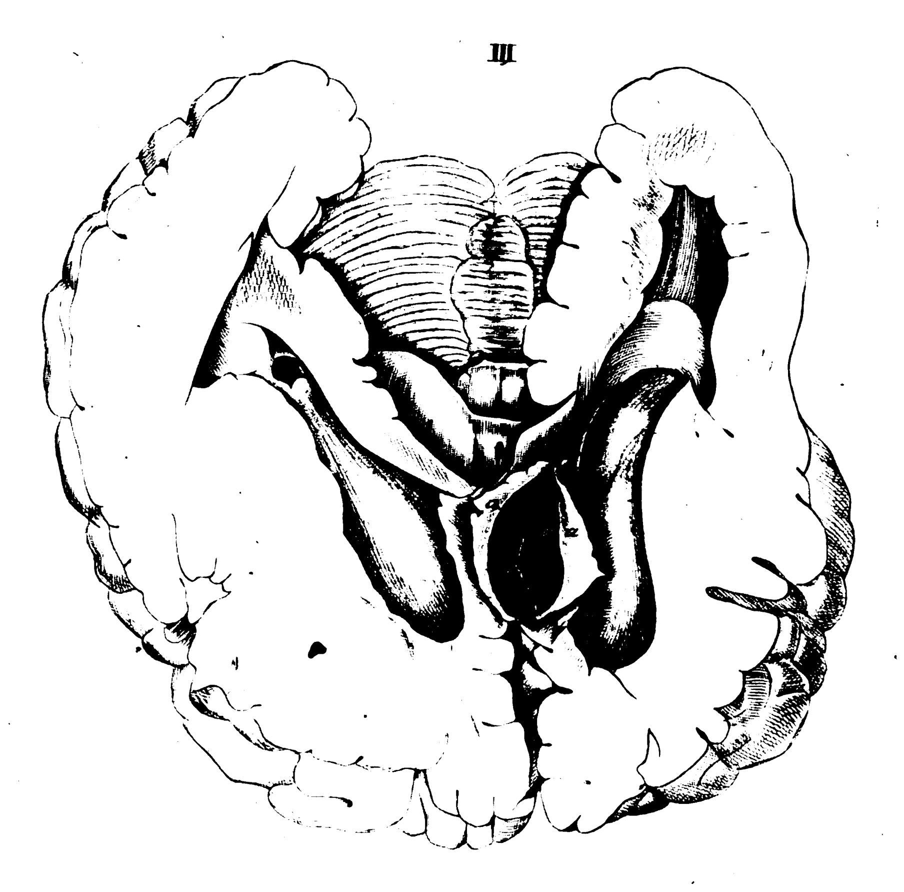
9. 10. Die Sehhügel.

11. Die dritte Hirnhöhle.
12. Der ausserordentlich erweiterte Eingang zum Trichter.
13. Der Eingang zur Wasserleitung des Sylvius.
14. Die Vierhügel.

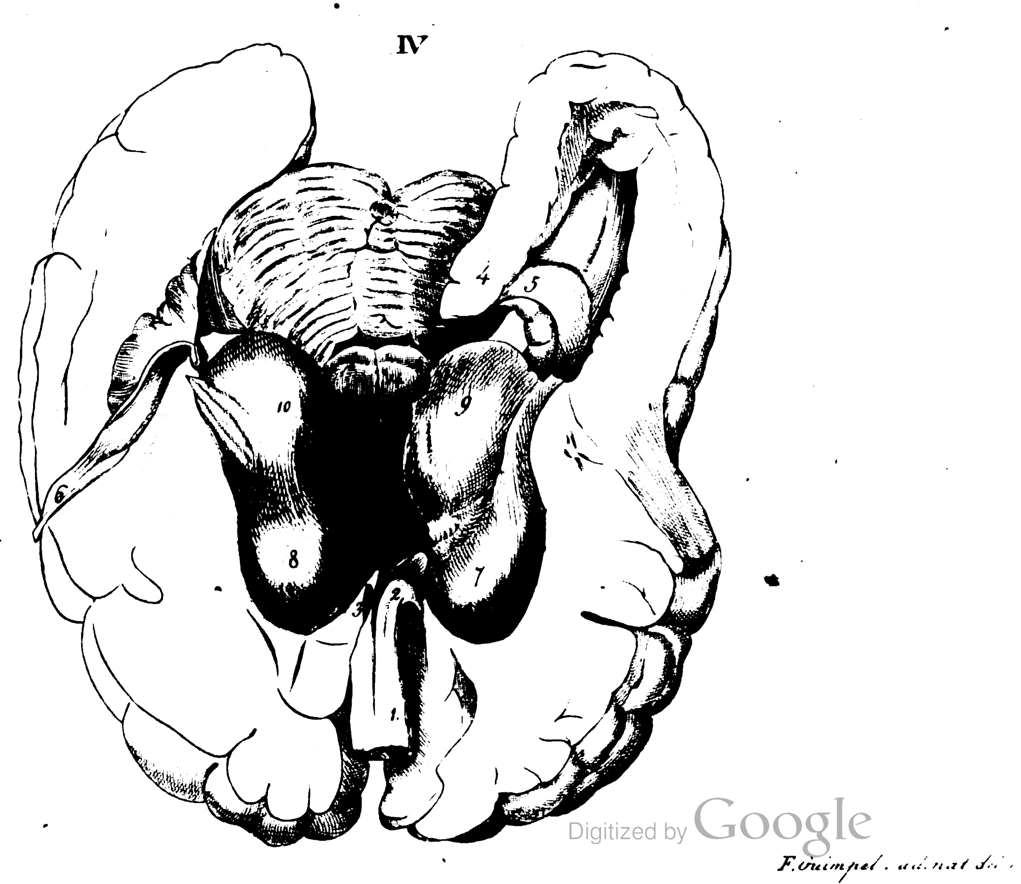
Die


I
A
B
II

III



IV



F. Guimpel. ad. nat. del.

Die

Werke von Marcgrave und Piso

über

die Naturgeschichte Brasiliens,

erläutert

aus den wieder aufgefundenen Originalzeichnungen.

Von Herrn Lichtenstein *).

Johann Moritz, Graf und nachmals Fürst von Nassau-Siegen, ward im Jahr 1636 als Befehlshaber einer bedeutenden holländischen Macht nach Brasilien gesandt, um die früher schon gemachten Eroberungen gegen die Angriffe der Spanier zu behaupten, der jungen Colonie eine feste Verfassung zu geben, und sie, wo möglich, noch über einen weitern Flächenraum auszudehnen. Am 24sten Jan. 1637 stieg er bei Olinda ans Land, warf bald darauf die spanische Armee über den Rio Francisco zurück, legte an dessen Ufern und längs der Seeküste eine Reihe von Festungswerken an, und sicherte so und mit Hülfe einer tapfern Flotte sein neues Gebiet, auf dessen inneres Wohl er nun seine ganze Aufmerksamkeit wendete. Landbau und Handel wurden nach Kräften befördert, eine neue Stadt, Mauritia genannt, wurde erbaut, mit holländischen Handwerkern und den reichsten und edelsten Bürgern des Landes von spanischer Herkunft, bevölkert,

*) Vorgelesen den 9. November 1815.

mit Kirchen und kostbaren Brücken verschönert, und nahe dabei das Lustschloſs Freiburg angelegt, in dessen Zwingern und Gärten Graf Moritz die Thiere und Pflanzen des Landes sammeln und von seinen gelehrten Begleitern, lebend beobachten, beschreiben und abbilden lieſs. Nicht nur ins Innere des Landes sandte er deshalb seine Reisenden, sondern auch von der gegenüber liegenden afrikanischen Küste, an welcher die Holländer einzelne Niederlassungen hatten, ja sogar von Chili, wohin von der westindischen Compagnie einige Schiffe ausgeschickt waren, lieſs er sich alle Arten von Naturmerkwürdigkeiten herbeibringen, und sorgte selbst, daſs nichts übersehn und vernachlässigt werde. Als nach einem siebenjährigen Aufenthalt die veränderten politischen Verhältnisse Europens und der Widerwillen seiner spanisch-portugiesischen Unterthanen ihn zwangen, Brasilien zu verlassen (dessen holländischer Antheil auch wenige Jahre nachher den Spaniern ganz wieder anheim fiel), brachte er die reichste Naturaliensammlung zurück, die je in einem Transport nach Europa gekommen ist. So groſs war der Vorrath, daſs das Naturalienkabinet des Fürsten, die Museen zweier Universitäten und manche Privatsammlungen (unter andern die nachmals Sebasche) damit bereichert werden konnten, und länger als ein Jahrhundert hat die Wissenschaft noch von diesem Vorrath gezehrt.

Mehr aber noch als diese Sammlungen trugen die schriftlichen Werke, welche über die zahlreichen neuen Entdeckungen bekannt gemacht wurden, zum Ruhm des Prinzen bei. Er hatte, wie schon erwähnt, einige Gelehrte mit auf die Reise genommen, die seine beständigen Begleiter auf allen Streifzügen, und daheim seine Hausgenossen blieben. Es waren der Prediger Franz Plante, der Leibarzt Wilhelm Piso, der Astronom Georg Marcgrave von Liebstadt bei Meiſsen, und H. Cralitz, ebenfalls ein junger deutscher Gelehrter, der aber gleich nach der Ankunft in Brasilien starb. Dasselbe Schicksal traf nach beendigter Expedition auch den wackern Marcgrave, als er im Jahr 1644 nach Afrika überschiffte, um dort seine Beobachtungen fortzusetzen; das in San Paolo de Loanda einheimische Fieber tödtete ihn im 34sten Jahre seines Lebens. Aus dem bewundernswerthen Fleiſs, mit welchem er während seines Aufenthalts in Brasilien seine Wahrnehmungen angestellt und verzeichnet hatte, möchte man fast schlieſsen, er habe einen frühen Tod geahnet und seinen Ruhm zu sichern geeilet. Denn auſser einer groſsen Menge von Landkarten und Plänen, die er für den Prinzen angefertigt hatte, hinterlieſs er ein astronomisches Ma-

nuscript, welches die Beschreibung aller südlichen Gestirne, eine neue Theorie der untern Planeten, die Lehre von den Refractionen und Parallaxen, die Theorie der Längenbestimmung und eine Abhandlung über das rechte Verfahren, die Dimension des ganzen Erdballs zu finden, enthielt, und zum grofsen Nachtheil der Wissenschaft verloren gegangen ist. Denn obgleich es der Prinz dem berühmten Professor Golius zu Leyden zur Herausgabe übergeben, so ist doch nie davon etwas öffentlich bekannt geworden und damit ohne Zweifel ein grofses Unrecht begangen, denn vielleicht gebührte schon unserm Marcgrave der Ruhm, den sich später die Franzosen de la Caille und Condamine erwarben.

Ein günstigeres Geschick erfuhr ein andrer Theil seiner Arbeiten, in welchem er eine für die damalige Zeit höchst bedeutende Menge von Beobachtungen zur Naturgeschichte Brasiliens zusammengetragen hatte. Diese übergab der Prinz dem Doctor Piso, um sie, bereichert mit dessen eignen Wahrnehmungen über das brasilische Clima, die herrschenden Krankheiten und die bewährtesten einheimischen Arzneimittel der Welt bekannt zu machen. Allein Piso, damals eben mit andern Arbeiten überhäuft, überliefs das Geschäft, die Marcgravischen Papiere zu ordnen, einem der Vorsteher der westindischen Compagnie, auf dessen Empfehlung der Prinz auch bei seiner Ausreise Marcgrave zum Begleiter gewählt hatte, dem gelehrten und durch frühere Schriften berühmten Doctor Johannes de Laet. Dieser fand indessen keine geringe Mühe, indem Marcgrave alles mit von ihm selbst erfundenen Schriftzeichen niedergeschrieben hatte, damit ihm Niemand die Ehre der ersten Mittheilung entziehen könne. Es fand sich freilich auch unter den Papieren der Schlüssel zu dieser Schrift, da aber alle Bemerkungen auf einzelnen Blättchen verzeichnet waren, so war es wieder eine schwierige Arbeit, die Ordnung des Ganzen vollkommen herzustellen. Nachdem dies endlich gelungen war, und auch Piso den von ihm ausgearbeiteten Theil geliefert hatte, gab der Prinz die, wahrscheinlich von Marcgrave selbst und von einem andern, zwar in den Schriften erwähnten, aber nicht namhaft gemachten Maler verfertigten Abbildungen her, um dieselben im Holzschnitt zu vervielfältigen und das Werk damit zu zieren und zu erläutern. Bei diesem Geschäft ist jedoch, wie durch gegenwärtige Abhandlung erwiesen werden soll, nicht mit der wünschenswerthen Genauigkeit und Sorgfalt verfahren, denn theils sind die Abbildungen nicht durchgängig treu, sogar für manche Gegenstände eben vorräthige Holzschnitte aus andern

Werken benutzt, theils sind sie durch Unkunde des Setzers und Nachlässigkeit des Herausgebers an den unrechten Stellen in den Text eingefügt, welches Alles der Brauchbarkeit des letztern grossen Eintrag gethan und die mehrsten der Irrungen herbeigeführt hat, welche hier gelöst werden sollen.

Inzwischen erschien das Werk in einem mässigen Folioband im Jahr 1648, unter dem Titel: *Historia naturalis Brasiliae*, enthaltend zuerst Piso's medicinische Abhandlungen in vier, und Marcgrave's naturhistorische in acht Büchern, von welchen wiederum die drei ersten von den Pflanzen, vier von den Thieren, und eins von dem Lande und seinen Bewohnern handeln. De Laet besorgte die Herausgabe in Piso's Abwesenheit, der sich nachher wenig damit zufrieden bezeigte und sie der Flüchtigkeit und Uebereilung beschuldigte. In dem von ihm zehn Jahre später (1658) herausgegebnen Werk; *De Indiae utriusque re naturali et medica*, meinte er die gerügten Fehler zu heben; doch ist ihm dies nicht so gelungen, dass man es als eine verbesserte Ausgabe betrachten oder das Marcgravische Werk für dadurch ersetzt und überflüssig gemacht ansehn könnte. Vielmehr ist es nach Form und Stoff durchaus abweichend, wiewohl oft mit dem Marcgravischen gleichlautend, ohne auf dasselbe bezogen zu sein. Der Hauptfehler, der in der Untreue und Verwechselung der Holzschnitte bestand, war durch Piso nicht gehoben, vielmehr hatte er, vielleicht aus Misstrauen in ihren Werth und weil ihm die Original-Abbildungen nicht mehr zu Gebot standen, die mehrsten Abbildungen der Thiere zusammt den Beschreibungen, gänzlich weggelassen, und so das Hauptverdienst für die Zoologie seinem Vorgänger eingeräumt. Seine Arbeit zerfiel in sechs Abschnitte, von welchen der erste vom Clima, der zweite von den Krankheiten, der dritte von den Thieren, der vierte von den Pflanzen, der fünfte von den Giften und Gegengiften handeln, und der sechste, unter dem Namen *Mantissa aromatica*, die heilkräftigen Gewächse aufzählt. Angefügt sind Marcgrave's meteorologische und linguistische Bemerkungen und des Arztes Bontius Beschreibung von Java in sechs Büchern.

Unterdessen war schon im Jahr 1652 der Graf Moritz von Nassau-Siegen in die Dienste des grossen Churfürsten von Brandenburg getreten und von diesem 1654 in den Fürstenstand erhoben und mit hohen Aemtern bekleidet worden. Das Band einer vertrauten Freundschaft, das diese Fürsten bis zum Tode des Prinzen (der 1679 im 76sten Jahre starb) umschloss, vermochte wahrscheinlich diesen, die Originalzeichnungen, die er

während seiner Verwaltung in Brasilien hatte anfertigen lassen, dem Wissenschaft liebenden Monarchen zum Geschenk anzubieten. Sie bestanden in einer zahlreichen, doch ungeordneten Sammlung aller von jenem ungenannten Meister in Oel auf Papier gemalten Abbildungen von Naturgegenständen, und in zwei Bänden, die ähnliche, jedoch kleinere, in Wasserfarben enthielten. Jene verdienten schon wegen der hohen Vollkommenheit der künstlerischen Behandlung grofse Aufmerksamkeit, daher befahl der Churfürst, sie sorgfältig zu ordnen und in seiner Büchersammlung aufzubewahren. Dies Geschäft des Ordnens fiel in die geschickten Hände des Leibarztes Doctor Christ. Menzels, der auch als Linguist berühmt geworden ist und bei seinem Herrn in grofser Gunst stand. Von ihm wurden die einzelnen, auf Blätter von ungleicher Gröfse gemalten Bilder in vier Bände vom gröfsten Format eingeheftet, jedes an dem Ort, den es nach einem zum Grunde liegenden ganz verständigen Plan einnehmen mufste *), und begleitet von wiederholter Angabe seines brasilianischen Namens und der Stellen bei Marcgrave und Piso, an welchen seine weitere Beschreibung zu finden war; auch ist die kleinere Sammlung in Wasserfarben jedesmal citirt, wenn sie denselben Gegenstand abgebildet enthält. Für jeden bei den ebengenannten Schriftstellern vorkommenden Namen ist ein Blatt freigelassen, wenn sich etwa dazu noch eine Abbildung späterhin möchte gefunden haben.

Diese Arbeit scheint den gelehrten Arzt vier Jahre lang beschäftigt zu haben, denn das Titelblatt führt die Jahrszahl 1660, und die Vorrede, mit welcher der Ordner dem Fürsten sein Werk überreicht, ist von 1664. Wir lernen aus derselben wenig Neues, nicht einmal den Namen des Malers, und nur wenige einzelne Nebenumstände, die auf die Geschichte dieser Materialien einiges Licht werfen. Menzel bringt, indem er hier seine Mühe überdenkt, den Dank der Nachwelt, auf den er rechnen zu können meint, sehr

*) So enthält der erste Band die Wasserthiere: Fische, Krebse, Mollusken, Würmer u. s. w., der zweite die Vögel, der dritte die Säugethiere, Amphibien und Insekten, und der vierte die Pflanzen und Früchte. Die Zahl aller hier abgebildeten Gegenstände (die doppelt und aus mehrern Ansichten gelieferten nicht mitgerechnet) beträgt 425. Sie sind, wo es möglich war, in Lebensgröfse, wo nicht, doch immer in grofsem Mafsstab auf Blättern von 12 bis 24 Zoll Gröfse vorgestellt. Die durchgängige Haltung dieser Bilder und die verständige Anwendung aller Kunstmittel lassen so wenig etwas zu wünschen übrig, als die Treue der Darstellung. Die Farben sind noch in diesem Augenblick so frisch, wie man sie nur bei den am besten erhaltenen Oelgemälden aus jener Zeit antrifft.

in Anschlag; und in der That, abgesehn davon, daſs er den Auftrag seines Herrn treulich vollbracht, und aus dieser Sammlung auch in Hinsicht auf kalligraphische Kunst, den Werth der neugemalten Titelblätter u. s. w., etwas der Büchersammlung eines Fürsten Würdiges dargestellt hatte, so muſs die Wissenschaft es ihm Dank wissen, daſs er auf diese Weise die vorzüglichsten Denkmäler jener Expedition nach Brasilien vor dem nahen Untergange bewahrt hat, den sie ohne seine groſse Sorgfalt wohl ohnfehlbar gefunden haben würden.

Leider bin ich der erste, der diesen Dank ausspricht, und anderthalb Jahrhunderte sind verflossen, in welchen man nichts von dem Dasein dieser Sammlung gewuſst hat. Der Grund davon ist vielleicht Menzeln selbst zuzuschreiben, der das Vorhandensein eines Werks von solcher Wichtigkeit wohl zu öffentlicher Kunde hätte bringen sollen; und zu der Zeit, als Linné und seine Zeitgenossen den Werth der Marcgravischen Nachrichten erkannten und priesen, mochte wohl keiner von den Gelehrten, die die Königl. Büchersammlung kannten, gerade diesem Theil der Naturwissenschaft seine Aufmerksamkeit gewidmet haben. Es ist nicht zu sagen, welch eine Menge von Zweifeln und schwankenden Muthmaſsungen und wie viel überflüssiges Gerede über beides der Welt erspart worden wäre, wenn man damals schon diesen Schatz entdeckt hätte, und wenn Linné oder Brisson, oder auch nur Buffon, ihn bei ihren Arbeiten hätten zu Rath ziehen können. So blieb den gegenwärtigen Aufsehern der hiesigen Königl. Bibliothek das Verdienst bewahrt, ihn ans Licht zu ziehn, und erst im Jahr 1811 ward sein ganzer Werth erkannt, als unser verstorbner Illiger den Vorsatz faſste, die nur hier mögliche Aufklärung gehäufter, wiewohl verzeihlicher Irrthümer zu unternehmen, und durch unbezweifelbare Bestätigung oder Widerlegung früherer Muthmaſsungen der Wissenschaft einen wesentlichen Dienst zu leisten. Auch diese Arbeit betrachte ich daher als eins von den theuren Vermächtnissen, die mir sein Andenken heiligen, und früher, als manche andre, nicht minder anziehende, faſste ich sie darum auf, damit seinem Willen ein Genüge geschehe.

Das andre handschriftliche Werk, welches der Prinz Moritz dem Churfürsten verehrte, ist die Sammlung von Abbildungen in Wasserfarben, die zwar alle in kleinerem Maſsstab und von viel geringerer künstlerischer Vollkommenheit sind, auch oft nur als Copien jener Oelgemälde erscheinen, aber daneben doch auch viel Neues, nach Gegenstand und Behandlung Ei-

genthümliches, darstellen, und, trotz der oft übermäſsigen Verkleinerung, doch immer sich in den Verhältnissen naturgetreu und durch Heraushebung wesentlicher Merkmale charakteristisch bewähren. *). Ich habe mancherlei Grund zu vermuthen, daſs diese Zeichnungen von Marcgrave's eigner Hand sind; denn einmal ist von solchen an manchen Stellen der genannten Werke, auch in Caspar Barlaeus Geschichte der Thaten des Prinzen Moritz, die Rede; 2) wird auſser jenem anonymen Oelmaler nie ein andrer erwähnt, dem man diese zuschreiben könnte; 3) stimmen sie in Verhältnissen und Farben immer sehr gut zu den Marcgravischen Beschreibungen; 4) ist unverkennbar, daſs die Holzschnitte im Marcgrave meistens nach ihnen gemacht sind; 5) sind die Schriftzüge der beigefügten Namen nicht von der damals in Holland gewöhnlichen Art, sondern mehr deutsch; und endlich 6) ist vielleicht darin noch ein Grund für diese Meinung zu finden, daſs der Prinz selbst, der Marcgrave sehr liebte, bei diesen und nicht bei jenen groſsen seine eigenhändigen Bemerkungen hinzugefügt hat. Daſs aber diese wirklich vom Prinzen herrühren, erwähnt Menzel ausdrücklich in der Vorrede zu der groſsen Sammlung, auch geht es aus der Aehnlichkeit der Schriftzüge mit den seinigen hervor, wie wir sie vor dem noch auf unserer Bibliothek befindlichen Exemplare vom Barlaeus, welches der Prinz dem Churfürsten widmet, finden, und dann können die Stellen, an welchen der Schreiber in der ersten Person spricht, nicht wohl anders als auf den Prinzen bezogen werden. Diese in einer gedrungnen, mit Holländisch stark untermischten und oft halb scherzhaften Sprache abgefaſsten Bemerkungen geben den Aufenthalt, die Lebensart, Nahrung, und was besonders wichtig ist, jedesmal die Gröſse des abgebildeten Thiers an, über welche sich bei Marcgrave so selten einige Auskunft findet; sie haben daher allerdings viel Wichtigkeit.

Das Schicksal dieser kleineren Sammlung ist nicht ganz so ungünstig gewesen, als das der gröſseren. Denn schon vor nunmehr dreiſsig Jahren wurde sie wieder aufgefunden und von dem um Philologie und Naturgeschichte in gleichem Grade verdienten Schneider in einem kleinen Aufsatz im dritten Stück des Leipziger Magazins für Naturkunde und Oekono-

*) Sie sind in zwei kleinen Foliobänden von ungleicher Gröſse enthalten, und die geringe Ordnung in ihrer Aufeinanderfolge, die vielen leeren Blätter und noch manches andre läſst vermuthen, daſs sie gleich an Ort und Stelle in diese Bücher eingezeichnet wurden. Die Zahl der dargestellten Gegenstände ist 326.

mie vom Jahr 1786 beschrieben, dort auch schon die Deutung einiger dieser Abbildungen in Vergleichung mit den Marcgravischen Holzschnitten versucht. Um dieselbe Zeit liefs Bloch einige der hier abgebildeten Fische für sein Werk in Kupfer stechen, und Schneider ermunterte die deutschen Zoologen zu weiterer Benutzung dieses Vorraths, die aber dennoch bis jetzt unterblieben ist, auch in der That, so lange jene gröfsere Gemälde verborgen blieben, nicht recht fruchtbar ausfallen konnte.

Damit wir nun aber hier in den völligen und gleichsam ausschliefslichen Besitz aller wichtigern Denkmäler von den naturhistorischen Endekkungen jener Reise gesetzt würden, so hat ein seltsamer Zufall unserm Collegen, dem Herrn Professor Rudolphi, ein nach jenen Originalen illuminirtes Exemplar des Marcgravschen Werks durch Kauf zugeführt, welches höchst wahrscheinlich kein andres als des Prinzen Moritz selbsteignes ist. Denn auch hier sind von seiner Hand bei den mehrsten Thieren dieselben Bemerkungen an den Rand beigeschrieben, die sich in jener kleineren Bildersammlung finden.

Mit solchen Hülfsmitteln ausgerüstet, dürfte man nun, auch ohne eben Naturaliensammlungen zur Hand zu haben, schon an eine Kritik der Werke von Marcgrave und Piso sich wagen, und die Angaben derselben auf die Thiere unsrer neuen Systeme zu deuten versuchen. Wieviel leichter und sicherer dies aber gelingen werde durch eine Vergleichung mit den Gegenständen selbst, und wie trefflich hier der Reichthum an brasilischen Thieren zu statten kommen müsse, dessen sich unser Museum zu erfreuen hat, leuchtet wohl Jedem von selbst ein. Sehr treffend bemerkt Illiger in einem, noch kurz vor seinem Tode an Spiker gerichteten Briefe, dafs man die auf Veranstaltung des Grafen von Hoffmansegg nach Brasilien unternommene Reise, deren Ausbeute er gröfstentheils den königlichen Sammlungen zuwendete, als den zweiten Theil der Unternehmung des Prinzen Moritz ansehn könne. Denn in der That wird durch jene nun diese ältere ergänzt und zu reinem Verständnifs gebracht, und wenn gleich viel fehlt, dafs man den reisenden Sammler des Grafen mit Marcgrave vergleichen könnte, so ersetzt sich auch dieser Mangel schriftlich hinterlassener Beobachtungen durch die um weniges früher bekannt gewordene reichhaltige Reisebeschreibung Azara's, die ich als das letzte und keinesweges unbedeutendste Glied in dem somit geschlossenen Kreise unserer Materialien zu nennen habe.

Man



Man kann noch fragen, ob es wirklich der Mühe werth sei, die veralteten und in unsern Tagen durch bessere ersetzten Beschreibungen jener Schriftsteller mit solcher Genauigkeit auszulegen; und um hierauf antworten zu können, muſs ich den Werth ihrer Werke noch etwas näher bezeichnen. Bis zu der Zeit, in welcher die Holländer in Brasilien festen Fuſs faſsten, waren seine Natur-Erzeugnisse, soweit sie nicht zugleich Handels-Artikel abgaben, fast gänzlich unbekannt. Mit einemmal ward nun in diesen Werken, die das Gepräge der Treue und Wahrheitsliebe so unverkennbar an sich trugen, ein neues Reich aufgeschlossen, und schwerlich ist je von irgend einem andern Lande in dem ersten Bericht über dasselbe so vollständige und erschöpfende Rechenschaft gegeben, als in diesen von Brasilien. Denn ungeachtet aller neuern Entdeckungen in jener Weltgegend, sind noch lange nicht alle von Marcgrave beschriebene Gegenstände wieder aufgefunden, und eben in jener groſsen Gemäldesammlung finden sich schon die Abbildungen von Thieren, die in den neuesten Werken als eben entdeckte aufgeführt werden, und von welchen unsre alten Gewährsmänner, deren Namen und Merkmale man nur nicht zu deuten vermochte, schon die Lebensart und den Nutzen angeben. Was ihnen dabei noch gröſsere, freilich aber auch nur zufälligere Wichtigkeit giebt, ist der Umstand, daſs, gleich nachdem die Holländer verdrängt waren, dieser Theil von Süd-Amerika von den Spaniern, eifersüchtiger als je zuvor, den Forschern verschlossen wurde und anderthalb Jahrhunderte unzugänglich blieb. Daher wurden diese Werke, als der Geist für die systematische Naturbeschreibung erwachte und man sich nach den ausländischen Formen emsiger umsah, die Quellen, aus welchen alle Lernende schöpften, und die einzige Gewähr, auf welche sich alle Lehrende, wenn von Süd-Amerika die Rede war, bezogen und stützten. Die berühmtesten Naturbeschreiber, namentlich Jonston, Ray, Brisson, Linné, Buffon und Pennant, zogen daraus das Beste, was sie über die südamerikanischen Thiere zu berichten hatten, und sparten keine Mühe, die darin enthaltenen Bemerkungen zu deuten und mit ihren eignen Erfahrungen in Uebereinstimmung zu bringen. Da man aber bei den mehrsten unter ihnen die Vorstellungen von der unendlichen Manchfaltigkeit der Formen beschränkter antrifft, als wohl recht ist, und sie nur zu gern diesen alten Gewährsmännern zutrauten, dieselbe für das gegebne geographische Gebiet erschöpft zu haben, so bezogen sie nun das Wenige, was von einzelnen Reisenden etwa aus den holländischen und französischen Co-

lonien in Süd-Amerika herbeigebracht ward, auch sogleich auf ihre Angaben, und es war nicht leicht etwas darunter, wofür sie nicht aus Marcgrave und Piso einen Namen zu finden gewufst hätten. Da nun aber, wie schon erwähnt, die Abbildungen in diesen Werken keineswegs für durchgängig treu und zuverlässig gelten können, auch nur bei Weitem die wenigsten Beschreibungen durch solche versinnlicht wurden, so mufste sich nothwendig dadurch eine grofse Menge von Mifsdeutungen und Irrthümern einschleichen, die sich entweder fortwährend vererbten, oder (wie in den neuesten Werken) nur anders gestalteten, oft eben so wenig zutreffenden Muthmafsungen Platz machten.

Diesem Allen ist nun ein Ziel gesetzt, wenn mit Hülfe jener ursprünglichen Abbildungen und der dagegen gehaltenen Natur-Objecte selbst klar und bündig dargethan werden kann, was jene Schriftsteller vor sich hatten, als sie unter diesem oder jenem Namen einen Gegenstand beschrieben und seine Lebensweise angaben. Und dazu eben will ich nun, soweit sie von den Thieren Brasiliens handeln, im Folgenden den Versuch machen, und glaube damit den zahlreichen Freunden und Besitzern dieser alten Werke einen willkommnen Dienst zu leisten.

Der systematische Weg scheint hier grofse Vortheile zu bieten. Ich schlage ihn daher ein.

I. Säugethiere.

1. Affen.

Es werden deren von Marcgrave 11 Arten beschrieben. Piso erwähnt ihrer gar nicht. — Die oben berührte Verwechselung der Holzschnitte, welche von dem Setzer am unrechten Ort in den Text eingefügt sind, ist nirgends so häufig als hier, und allein schon eine Quelle unzähliger Mifsgriffe geworden.

Marcgrave beschreibt zuerst S. 226. unter dem Namen *Guariba* den grofsen Brüll-Affen (Buffon's *Ouarine*, Azara's *Coraya*), *Simia Beelzebul* Linné's, zu welchem dieser auch ganz richtig ihn citirt, giebt aber die Abbilduug erst S. 228. neben der Beschreibung eines guineischen Affen,

indessen zum *Guariba* sich die Abbildung des nachher beschriebnen *Çaitaia* verirrt hat.

Die Abbildung des *Guariba* in den Original-Abbildungen (L. P. II. p. 116.) *) ist durchaus charakteristisch und in den Verhältnissen treu, auch der danach gemachte Holzschnitt bei Marcgrave kenntlich, und die Erzählung von seiner Lebensart, den Hauptsachen nach, mit den Berichten späterer Reisenden übereinstimmend. Auch der zweiten Art von Brüllaffen (*S. seniculus* L.) wird im Vorbeigehn unter den bekannten Kennzeichen erwähnt. Daſs Azara diese nicht gelten lassen, sondern die schwarze Farbe als bloſse Folge des höhern Alters angesehen wissen will, verdient Beachtung, ist aber keinesweges entscheidend, da er sich überhaupt in der Unterscheidung der Affen so oft und so gröblich irrt, und nur vier Arten von brasilianischen Affen kennen gelernt hat, deren es doch 15 giebt. Ich enthalte mich einer weitern Kritik, da sie nicht zunächst hieher gehört.

Das zweite Bild (L. P. II. p. 42.) mit der dazu gehörigen Beschreibung stellt unter dem Namen *Çagui* Linné's *Simia sciurea* dar, wofür es noch Niemand erkannt hat. Die Original-Abbildung läſst aber darüber keinen Zweifel, und die Beschreibung wird Jeder vollkommen auf den Eichhorn-Affen, der auch noch jetzt in Brasilien vorzugsweise den Namen *Sagui* führt, passend finden. Der Prinz hat neben der Abbildung geschrieben: „Kommt aus Guinea." Dies ist offenbar ein Irrthum; denn Afrika hat keine Art der Gattung *Callithrix*, wie diese so deutlich ist. Daſs Marcgrave selbst angiebt, die Congenses nennen sie *Pongi*, beweist nichts; denn unter dem Namen *Congenses* werden immer die eingeführten afrikanischen Negersklaven verstanden. Auch sagt er gleich hinterher: *reperiuntur hic majores et minores* u. s. w.

Ueber die dritte Art: *Çagui minor* (L. P. II. p. 50, I. M. III. p. 57), ist kein Zweifel. Alle haben sie für Linné's *Simia Jacchus* richtig erkannt, so elend der Holzschnitt auch ausgefallen ist.

Dagegen giebt es bei der folgenden, *Çai-taia*, einige Schwierigkeiten zu lösen. Sie soll nach dem Text gelblich-weiſse Farbe haben, den Schwanz gekrümmt tragen, nach Moschus riechen u. s. w. Dieselben Kennzeichen finden sich theils an, theils neben einem Bilde (L. P. II. p. 66.), das den

*) Mit L. P. (*Liber Principis*) bezeichnet Menzel die kleinere Sammlung, die er zur Vergleichung vor sich hatte und immer treu citirt. Die gröſsere Sammlung der Oelgemälde bezeichne ich mit I. M. (*Icones Menzelii*).

Namen *Çai* führt, und oben steht noch einmal der Name *Ma Çai Juba*. Dieser letzte kommt dagegen in der grofsen Sammlung neben einem Bilde vor (I. M. III. p. 49.), das einen dunkelbraunen Affen, aber genau von denselben Umrissen vorstellt, in welchen man ohne Mühe Linné's *Simia capucina* erkennt. Menzel hat dazu jene weifse Art aus dem Buche des Prinzen citirt, auch noch die Namen *Çai* und *Çai-taia* dazu geschrieben, und so offenbar seine Meinung, dafs beide einerlei seien, zu erkennen gegeben. Ich war Anfangs geneigt, den *Çai-taia* nach der Beschreibung und Abbildung für *S. argentata* zu halten, wogegen jedoch bald zu Vieles stritt (das schwarze Gesicht, der weifse, zu stark nach unten aufgerollte Schwanz u. s. w.). Ich mufs daher in der That glauben, dafs Marcgrave bei seiner Abbildung und Beschreibung eine Albino-Varietät des Capuziner-Affen vor sich gehabt, und dafs ich Azara früher Unrecht gethan habe, wenn ich seine Angaben von Kakerlaken unter diesen Affen auf die *S. argentata* bezog, weil er dieser letztern sonst gar nicht erwähnt. Uebrigens stellt die Abbildung im Marcgrave neben *Guariba* eine schlechte, viel zu mager gerathene Copie des *Çai-taia* dar.

Mit den wenigen darauf folgenden Worten ist nun höchst wahrscheinlich die verwandte *S. Apella* Lin. gemeint, die allerdings in der Regel viel dunkler ist, als die, auch bei Azara mit dem Namen *Çai* belegte *capucina*.

Nun folgen afrikanische Affen, die der damals sehr lebhafte Verkehr mit Guinea unsern brasilianischen Naturforschern zugeführt hatte. Zuerst: *Cercopithecus angolensis major*. Schon aus der ganzen, recht lebendigen Beschreibung verräth sich dem Kundigen, dafs hier der südafrikanische (capische) Pavian *) gemeint sey, und das Bild (L. P. II. p. 54.) setzt dies aufser allen Zweifel. Interessant ist hier das Synonymon *Macaquo*, denn dadurch wird Linné's *Simia Cynomolgus* mit jenen Synonymen verbunden. Uebrigens ist weder diese, noch die *Cynocephalos*, je als in wahrer Eigenthümlichkeit vorhanden, nachgewiesen, und für beide keine andre als die capische Art vorhanden, auf welche (wenn man sie mit verstümmeltem Schwanz denkt) auch *Simia Sphinx* zu beziehen ist, so wie sogar von angesehenen Naturbeschreibern (z. B. von Blumenbach) dieselbe wieder mit dem *Inuus* verwechselt wird. Diese Marcgravische Beschreibung liegt aber bei allen Systematikern (vgl. Linné, Brisson, Buffon) zum Grunde. Es ist daher

*) *Simia Cynocephalos* Linn. und *Simia ursina* Penn.

nicht unwichtig, den Streit eines ganzen Jahrhunderts hier durch die Original-Abbildung entscheiden zu können.

Angolensis alius. Ganz richtig auf *S. nictitans* bezogen, wie durch die Abbildung (L. P. II. p. 70.) bestätigt wird.

Cercopithecus barbatus Guineensis, in Congo vocatur Exquima. Die hier folgende Beschreibung hat den Schriftstellern viel zu schaffen gemacht, und viele Seiten sind von Buffon gegen Linné und von Azara neuerlich wieder gegen Buffon unnöthigerweise vollgeschrieben, da hier aller Irrthum auf der oben angeführten Verwechselung der Holzschnitte beruht. Diese hinweggenommen, klärt sich alles auf. Buffon hat sein Unding: *Exquouima*, zurückzunehmen, und Linné Recht, wenn er nur Marcgrave's Beschreibung (nicht die Abbildung) auf seine *S. Diana* bezieht, denn die stellt das hübsche Original-Gemälde (L. P. II. p. 46.) wirklich recht treu dar.

Dafs Linné den folgenden richtig auf seine *S. Cephus* bezogen habe, geht deutlich aus der Uebereinstimmung der Originalzeichnung (L. P. II. p. 74.) mit allen übrigen Abbildungen, die sonst zum *Cephus* citirt werden, namentlich mit der vom *Moustac* bei Buffon, hervor. Dagegen wird wohl Niemand die kurze Beschreibung des letzten Affen zu deuten wissen, für die noch eine treffliche Abbildung in der Menzelschen Sammlung (III. p. 47.) übrig bleibt, in welcher *S. Mona* Linné's und Buffon's unverkennbar dargestellt ist.

2. Bruta.

Marcgrave bildet ein Aï, zwei Arten von Ameisenfressern und zwei von Gürtelthieren ab.

Was das erste betrifft, so ist hier kaum etwas zu bemerken, als dafs sich in den Sammlungen kein Original zu der hier gegebnen Abbildung findet, die nach einem ungeschickt ausgestopften Exemplar verfertigt oder auch ein vom Herausgeber wieder benutzter Holzschnitt aus einem andern Werk gewesen sein mag. Dagegen ist in der Sammlung des Prinzen (II. p. 112.) das dreizehige Faulthier kletternd und kriechend vorgestellt, und in der letztern Stellung noch besser in der Menzelschen Sammlung (III. p. 99.), wovon Piso p. 321. eine gute Copie im Holzschnitt liefert. Zu gleicher Zeit wiederholt dieser die Marcgravische stehende Figur, und fügt noch eine Abbildung des Skelets hinzu, in welcher die merkwürdige Ueberzahl

der Halswirbel allerdings ausgedrückt ist. Doch scheint die Wichtigkeit dieser Erscheinung dem Verfasser entgangen zu seyn, da er im Text ihrer nicht weiter erwähnt. Der Unterschied zwischen dem zweizehigen und dreizehigen Faulthier scheint damals noch nicht erkannt zu sein, denn Marcgrave's Commentator, de Laet, verbessert seine in einem frühern Werk über Amerika gegebne Beschreibung des *Unau* nach der Abbildung des *Aï*, ohne beide für verschieden zu erkennen.

Die beiden Ameisenfresser sind die bekannten; *Myrmecophaga jubata* und *tetradactyla*, auf die sie auch, da die Beschreibungen sehr vollständig sind, von allen Schriftstellern bezogen werden (L. P. II. p. 62 et 84). Dieselben Abbildungen kommen auch bei Piso vor. Die Originalzeichnungen, besonders in der Menzelschen Sammlung (III. p. 95 u. 97), gehören zu den vorzüglichern. Dort ist auch die *M. didactyla* abgebildet, von der in den beiden Werken nichts vorkommt, obgleich es ein brasilianisches (wenn gleich in Guiana häufigeres) Thier ist.

Der Gürtelthiere sind drei beschrieben und von zweien auch Abbildungen hinzugefügt. Ich muſs zuerst den langen, zwar hin und wieder durch Widersprüche dunklen, aber im Ganzen doch sehr verdienstlichen Abschnitt von den *Tatous* in Azara's Reise als bekannt voraussetzen, und brauche mich demnach nicht auf Berichtigung der Irrthümer Buffon's, wo er die Marcgravischen Beschreibungen auf die seinigen anwendet, einzulassen. Es ist diese auch schon zum Theil von Illiger, in seiner nach Azara unternommenen Auseinandersetzung der Gürtelthierarten, in Wiedemann's Archiv gegeben. Also nur soviel als zur Erklärung des Miſsverständnisses nöthig ist. Die erste Marcgravische Figur nämlich gehört abermals nicht zur Beschreibung des *Tatu-peba*, es findet sich in der Sammlung kein Original dazu, und sie ist überhaupt so schlecht, daſs man fast vermuthen muſs, sie sei nur der Abdruck eines in Eile und zur Ersparung der Kosten von den Herausgebern gemiſsbrauchten, eben von irgend einem andern Werk noch vorräthigen Holzschnitts, der ohne Zweifel Linné's *Dasypus novemcinctus* oder Azara's schwarzen Tatou vorstellen soll. Auf die Beschreibung aber paſst das in der Menzelschen Sammlung vorkommende Bild (III. p. 105.) vollkommen. Nur wird dieses (ein Thier von 12 Zoll Länge vorstellend) in der Sammlung des Prinzen (II. p. 2.) als natürliche Gröſse angegeben, und Marcgrave giebt ihm doch die Gröſse eines Ferkels und dort selbst hat er den Namen *Tatu-guaçu* (groſser Tatu). Es ist daher wohl kaum zu

zweifeln, daſs die Original-Abbildung ein Junges vorstellt, und daſs **Azara** Recht hat, wenn er **Marcgrave's** Beschreibung zu seinem *Tatou-poyou* (*Das. gilvipes* Ill.) bezieht.

Die zweite Art: *Tatu-été*, wobei keine Abbildung ist, wird von **Azara** eben so richtig auf seinen *Tatou noir* gedeutet. Die Abbildung (L. P. II. p. 104.) bestätigt dies vollkommen. So kann auch über die dritte, **Linné's** *Das. tricinctus*, *Tatou Mataco* **Az.**, als eine sehr ausgezeichnete Art, kein Zweifel seyn. **Piso** bildet dieselbe unter den eſsbaren Thieren ab.

3. Nagethiere.

a. *Coandu*, von **Marcgrave** p. 233 und von **Piso** p. 99 nach dem Original (L. P. II. p. 10.) kenntlich abgebildet, und von ersterm besonders gut beschrieben, auch von allen Schriftstellern auf *Hystrix prehensilis* richtig bezogen.

b. *Cavien.* Sämmtliche fünf Species sind von **Marcgrave** p. 223, 224 und 230, und von **Piso** p. 99, 101 und 102 abgebildet *) und beschrieben, die *Aperea* jedoch vielleicht zu unvollständig, als daſs **Linné** es gewagt hätte, sie in sein System aufzunehmen. Erst nachdem **Pennant** und **Buffon** davon weitere Nachricht gegeben hatten, erschien dies Thier in der dreizehnten (Gmelinschen) Ausgabe des Linnéischen Natursystems mit dem beigefügten Citat dieser Stelle. Bekanntlich ist es sehr wahrscheinlich, daſs diese *Aperea* die Urform des zwar in Brasilien einheimischen, aber nirgends wild angetroffenen Meerschweinchens sei.

c. *Tapeti* (*Lepus brasiliensis* L. p. 223 **Marcgr.** p. 102 **Piso**). Ein auffallender Widerspruch, in welchem Text und Abbildung stehn, hat die Kritiker seit langer Zeit beschäftigt. In jenem nämlich wird dieses Thier schwanzlos genennt, und das Bild stellt dennoch ein geschwänztes vor, das aber zugleich unserm gemeinen Hasen so ähnlich ist, daſs man darauf gar nichts gegeben zu haben scheint. Wirklich hat man daran Recht gethan, denn es ist auch hier, wie oben beim Armadill, ein alter Holzschnitt

*) Die Originale dazu finden sich an folgenden Stellen:
Cavia Paca L. P. II. p. 96.
— *Aguti* L. P. p. 80. I. M. III. p. 67.
— *Capybara* L. P. p. 6. I. M. p. 109.
— *Aperea* L. P. p. 120. I. M. p. 69.
— *Cobaya* L. P. p. 26.

eingeschoben, zu dem sich gar keine Originalzeichnung findet. Aber eine andre sehr charakteristische Zeichnung des Tapeti ist in der Menzelschen Sammlung (p. 73), die mit der Beschreibung genau übereinstimmt, mit Ausnahme des einen vom Schwanz hergenommenen Merkmals, das Linné als diagnostisches aufstellte, und das nach unsrer jetzigen Ansicht das Thier in die Gattung der Pfeifhasen (*Lagomys* Geoffr.) versetzen würde. *Cauda nulla* soll daher nach damaliger schwankender Terminologie nur heißen: *Cauda brevissima*, wie bei *Simia Inuus*, *Cavia Cobaya* und in vielen andern Beispielen. Die Sache wäre also schon durch die Abbildung entschieden, auch wenn Azara nicht schon das Thier besser beschrieben und die Länge des Schwanzes als einen Zoll betragend angegeben hätte. Aber der Zweifel fällt nun weg, daſs Marcgrave ein ganz andres Thier vor sich gehabt, als Azara.

d. *Sciurus brasiliensis* (Marcgr. p. 230). Eine treffliche Abbildung zu der hier gelieferten Beschreibung findet sich ebenfalls in der Menzelschen Sammlung (III. p. 59). Sie macht es mir zweifelhaft, ob man mit Recht diese Stelle auf den noch nirgends abgebildeten *Sciurus aestuans* bezogen, und ob sie nicht mit mehrerem Recht zugleich mit dem Brissonschen Synonym auf Bancrofts *Sc. guianensis* anzuwenden seyn möchte. Denn auch nicht eins der vielen Exemplare, die wir vom *Sc. aestuans* auf dem Museum besitzen, hat den weiſsen Seitenstreifen, der in beiden Beschreibungen und der vorliegenden Abbildung so charakteristisch hervortritt. Dagegen gehören Pennant's und Buffon's *Grosses Guerlinguet* wohl ohne Zweifel zum *Sc. aestuans*.

4. Beutelthiere.

Marcgrave beschreibt deren zwei (p. 222), von denen eins nebst der Abbildung auch in Piso vorkommt. Ich vermuthe hier abermals eine Verwechslung der Abbildung, denn die Originalzeichnungen (L. P. II. p. 137 und I. M. III. p. 65) haben beide den Namen *Tai-ibi*, und von der *Çarigueya*, wobei das Bild steht, ist keine vorhanden. Auch paſst die Beschreibung des *Tai-ibi* nach Gröſse und Zeichnung besser zu den Bildern, als die der *Çarigueya*. Bei der unbeschreiblichen Verwirrung, welche in Hinsicht auf die amerikanischen Beutelthiere (die Gattung *Didelphys* im Sinne der neuern Systematiker) bei den Schriftstellern herrscht, würde die Untersuchung, zu welchen Arten die hier gegebnen Beschreibungen gehören, nicht ohne

ohne grofse Weitläuftigkeit zu Stande gebracht werden können, und dennoch vielleicht kaum zu befriedigenden Resultaten führen. Soviel ist indessen gewifs, dafs 1) Marcgrave's *Çarigueya* nicht Linné's *D. marsupialis*, Smith-Barton's *Woapink* sein kann, sondern mit Pennant's *Virginian Opossum* und Azara's *Micouré proprement dit* eine eigne Art ausmachen müsse; 2) dafs Marcgrave's *Tai-ibi* am besten mit Linné's und Buffon's *Cayopollin* oder Pennant's *Mexican Opossum* übereinkomme. Eine monographische Behandlung der amerikanischen Beutelthiere gehört zu den wesentlichen Bedürfnissen der Mastodologie, kann aber nur unter der Bedingung, dafs ein grofser Reichthum an Exemplaren zur Vergleichung der aufgezählten Arten vorhanden sei, geliefert werden. Dicht neben jenem Bilde in der Menzelschen Sammlung steht ein andres unter dem Namen *Aguaja* (Maus). Die Zeichnung ist aber so ausgeführt charakteristisch, dafs man es an den hängenden Ohren, dem Schwein ähnlichen Kopf und den handartigen Hinterfüfsen sogleich für ein Beutelthier halten, und dann zunächst an Azara's *Micouré nain* denken mufs. Von diesem ist es aber himmelweit verschieden; also neu, noch 175 Jahr nach seiner ersten Entdeckung. Eine dritte neue Zwergart von *Didelphys, tristriata* auf unserm Museum genannt, ist ziemlich sicher dasselbe Thier, welches Marcgrave p. 229 unter dem Namen *Mus araneus* beschreibt. Unter den Originalen ist davon leider keine Abbildung vorhanden, daher kann diese Vermuthung hier nicht zur Gewifsheit erhoben werden.

5. Von Fledermäusen

ist bei unsern Schriftstellern nur einmal unter den Vögeln die Rede. Marcgrave sowohl (p. 213) als Piso (p. 290) beschreiben unter den Namen *Andira-aca* und *Andira-guaçu* irgend einen *Phyllostomus*, wahrscheinlich den *hastatus*. Abbildungen sind nicht da, die den Zweifel aufzuklären vermöchten; denn dafs der von Piso gegebne Holzschnitt nicht hieher gehöre, bemerkt schon Geoffroy (*Annal. d. Mus. Tom. XV.*) ganz richtig. Es ist damit unsre gemeine Fledermaus (*vespertilio murinus*) dargestellt, und das Bild abermals ein untergeschobenes.

6. Raubthiere.

a) *Coati* (Marcgr. p. 228, L. P. II. p. 38 und Ic. M. p. 87). *Coati mondi* (Marcgr. ib. L. P. II. p. 100). Ohne Rücksicht darauf zu nehmen,

dafs hier schon zwei Species genannt werden, hat Linné diese Stelle nur zu seiner *Viverra Nasua* citirt, auch späterhin Niemand sich an eine Deutung gewagt als Buffon, den Azara deshalb lebhaft tadelt, und geradezu behauptet, es gebe nur eine Art von *Coatis*. In den entgegengesetzten Fehler war Illiger verfallen, der jedem bei irgend einem Schriftsteller vorkommenden Synonym seine besondre Deutung zu geben geneigt war, und so acht Species herausbrachte (Vgl. seine Abhandl. üb. die Verbreitung der Säugethiere in d. Verh. d. Ak.). Die Wahrheit liegt ohne Zweifel in der Mitte, und vier bis fünf Species treten mit deutlichen Merkmalen auseinander. Dafs hier mit *Coati* Linné's *Viverra Nasua* oder *Nasua rufa* n. (*N. Monde* Ill.), mit *Coati mondi* aber *N. obfuscata* n. oder Buffon's *Coati noirâtre* gemeint sei, wird aus den Abbildungen vollkommen klar.

b) Katzenarten. Die unselige Verwechslung, die der Setzer des Marcgravischen Werks mit den Holzschnitten vorgenommen, so wie eine von Marcgrave selbst begangne Umtauschung der Namen, ist auch hier Ursache einer bisher ununterbrochen vererbten Verwirrung geworden. Alles löst sich auf das befriedigendste durch eine Vergleichung der Originale. Die erste Figur (S. 235), die Piso mit der folgenden unter denselben Irrthümern S. 103 copirt hat, führt hier den Namen *Jaguara*, heifst aber im Original *Jaguarete*, ist auch wirklich dasselbe Thier, welches Azara unter diesem Namen beschreibt, nämlich die gröfste brasilianische Katzenart, *Felis Onca* Linn. Des Prinzen handschriftliche Bemerkung (L. P. II. p. 58) belehrt uns, dafs das Thier ein Junges gewesen, daher die wenige Aehnlichkeit. Die folgende Art mufs nun den Namen *Jaguara* bekommen, und pafst dann in Allem zu Pennant's *Jaguar*, *Felis discolor* L. Gmel. Die daneben stehende Figur gehört aber nicht ihr, sondern der folgenden *Çuguaçuarana* an, und ist dann ganz deutlich *F. concolor* der Autoren: Pennant's *Puma*, Buffon's *Cougouar*. Die Abbildung in der Menzelschen Sammlung (p. 85), verglichen mit dem Thier selbst in unserm Museum, bewährt dies auf das vollkommenste. — Eine vierte Art wird von Marcgrave *Maracaya* genannt. Die unter diesem Namen in beiden Sammlungen gelieferten Abbildungen weichen bedeutend von einander ab, stellen aber ohne Zweifel dasselbe Thier in unterschiednem Alter vor. Ueberdies ist die in der Sammlung des Prinzen ungewöhnlich roh und steif, so

dafs nicht viel darauf zu geben ist. Die andre aber hat alle Kennzeichen von *Felis Pardalis* L. Gmel., Buffon's *Ocelot*, auf welche ich sie um so mehr ohne Bedenken beziehe, als die einzige andre Art, auf welche sie gedeutet werden könnte, und wirklich von einigen gedeutet ist, nämlich *Felis Tigrina* Schreb., *Margay* Buff., noch immer sehr verdächtig ist. Azara nennt sie geradezu eine Varietät der *Pardalis*; seine Meinung allein würde nicht entscheiden, aber ein Exemplar auf unserm Museum, das Illiger für *F. tigrina* bestimmt hat, und das mit den Abbildungen der *Margay* bei Buffon und Shaw vollkommen übereinstimmt, hat alle Kennzeichen des frühsten jugendlichen Zustandes, und eine Zeichnung, in welcher sich die ganze nachherige der *Pardalis* schon erkennen läfst.

c) Von wilden Arten der Gattung *Canis* ist bei Marcgrave und Piso nicht die Rede, doch finden sich zwei vortreffliche Abbildungen solcher Arten in der Menzelschen Sammlung (p. 91) unter den Namen *Aguara* (Fuchs) und *Aguaraguaçu* (grofser Fuchs oder Hund). Vortrefflich passen diese beiden Abbildungen zu Azara's *Aguarachay* und *Aguaragouazou*, mit denen sie ja auch in den Namen so sehr übereinkommen, und die der Uebersetzer so sichtlich verkehrter Weise auf die beiden Arten des Waschbären (*Procyon lotor* und *cancrivorus*) angewendet hat. Abermals finden sich also hier alte Abbildungen zu neuen Thieren, die für die Wissenschaft grofse Wichtigkeit haben, da die genannten Beschreibungen, ungeachtet ihrer Weitläufigkeit, nicht hinreichend sind, ein klares Bild zu geben. Illiger bezog den *Agouarachay* auf den *C. cinereoargenteus* der Schriftsteller, auf den die Abbildung aber keinesweges pafst. Es ist eben so wahrscheinlich eine neue Species, als die andre Azarasche, die Illiger auch als solche annahm. *Canis Culpaeus* von Molina und *virginianus* von Shaw sind ihnen offenbar verwandt, vielleicht dieselben: daher ist es mifslich, ihnen sogleich eigne Namen zu geben. —

Die Abbildung eines Hundes in der Sammlung des Prinzen (L. P. II. p. 90), unter dem Katzen-Namen *Jaguara*, wobei der Prinz eine Bemerkung über die Langsamkeit und Schwerfälligkeit des Thiers hinzugefügt hat, bleibt völlig problematisch wegen jenes Widerspruchs und der Mangelhaftigkeit der Darstellung. —

d) Wahre Zibetthiere (*Viverra* im Sinne der neuern Systematiker) hat Amerika nicht. In der Sammlung des Prinzen findet sich (p. 22) *Viverra Zibetha*, und I. p. 184 *Viverra Genetta*, wie sie ihm aus Guinea geschickt wurden, kenntlich abgebildet.

e) Die brasilianische Otter ist von Marcgrave beschrieben (p. 234) und ein gutes Bild in der Menzelschen Sammlung (p. 75. f. 2.), von welcher der elende Holzschnitt offenbar keine Copie ist. Welche Art von *Mustela* mit der andern auf derselben Tafel befindlichen Figur unter dem Namen *Eirara* gemeint sein könne, schien mir Anfangs schwer auszumitteln; da ich aber beim Nachsuchen die kurze Beschreibung von Molina's bisher so dunklem *Quiqui* nachlese, finde ich sie zu meinem Erstaunen vollkommen auf unsre Figur passend: also wiederum eine Abbildung, die bis jetzt ganz fehlte.

f) Noch ist zu bemerken, daſs Piso (p. 324) unter dem Namen *Maritacaca* (woneben ein schlechter Holzschnitt, der einen europäischen Fuchs vorstellt) ein Thier beschreibt, zu welchem sich keine Abbildung in den Sammlungen findet, das sich aber ungeachtet aller Ungereimtheiten der Beschreibung doch bald für den *Skunk* Pennant's oder Linné's *Viverra Mephitis* und *Conepate*, die in die Cuviersche *Mephitis foeda* zusammenfallen, erkennen läſst. Sie enthält nichts, was man jetzt nicht besser wüſste.

7. Wiederkäuer oder Zweihufer.

a. Hirschartige. Marcgrave beschreibt deren p. 235 zwei, von welchen das erste, *Çuguaçu-été*, in des Prinzen Sammlung p. 108 abgebildet, und danach, so wie aus der Beschreibung, für Azara's *Gouazoupita* leicht zu erkennen ist. Erst dieser Schriftsteller hat Aufklärung über die südamerikanischen Hirsche gegeben, und auf die Vermuthung gebracht, daſs der *Moschus americanus Auct.* nichts als das Weibchen dieser Art und der *delicatulus* das Junge derselben sei. Unter diesen Namen kommen sie bei Brisson, Seba, Shaw u. a. vor. Illiger hat dieser Art in s. Abhandlung üb. d. Verbr. d. S. den Namen *C. rufus* gegeben. Piso's Beschreibung p. 97 gehört offenbar auch, zumal wegen des Geweihes, hieher, und nicht zum

Gouazoupoucou, wohin sie Azara auch (also doppelt) bezieht. Die Abbildung entscheidet nichts dagegen, da sie aus dem Gedächtniſs entworfen, oder wohl gar wieder nur ein alter Holzschnitt vom gemeinen Hirsch ist, denn es findet sich kein Original dazu.

Die andre von Marcgrave beschriebene Art: *Gouazouapara*, ist der bekanntere *Cervus mexicanus* oder Azara's *Gouazouti*.

b) In einem besondern Anhang liefern beide Werke etwas über die peruanischen und chilischen *Llamas*, die von der verfehlten Brouwerschen Expedition nach der Westküste von Amerika mit nach Brasilien gekommen waren. Die erste Marcgravische Figur scheint das *Guanaco* zu sein; die zweite mag wohl das *Pacos* vorstellen sollen, wofür es überall citirt wird. Nur ist der Fehler in der Zeichnung der Vorderhufe wohl zu grob, als daſs man ihn mit dem Loseaufsitzen der Klauen entschuldigen könnte. Daſs die Verfasser sogar in ihre Beschreibung diesen Irrthum mit aufgenommen haben, ist um so mehr zu tadeln, da sie ein gutes Bild des Thiers neben dem fehlerhaften unter den Originalgemälden finden konnten. In der Menzelschen Sammlung ist dies an seinem Ort eingefügt, und vielleicht noch bis jetzt, ungeachtet seiner Fehler, eine der bessern Abbildungen des wenig bekannten Thiers.

Einige vortreffliche Abbildungen von afrikanischen Schaf- und Ziegenraçen in der Menzelschen Sammlung übergehe ich mit Stillschweigen, da sie nach dem Zweck dieser Abhandlung hier keine Erörterung finden können.

8. Vielhufer.

a) Das *Tapir* ist von beiden Schriftstellern ziemlich vollständig beschrieben (Marcgr. p. 229, Piso p. 101), aber sehr schlecht abgebildet. Das Original (I. M. III. p. 109) gehört aber auch zu den mittelmäſsigen.

b) Endlich ist auch das *Tajassu*, unter dem Namen *Tayaçuété*, woraus vielleicht der andre: *Tagnicati*, entstanden ist (indem man aus der alten steifen Handschrift bei der gleichen Zahl und ebenmäſsigen Entfernung der Züge leicht ihn aus jenem herauslesen kann), von beiden (Marcgr. p. 229, Piso p. 98) beschrieben. Die Abbildung dazu ist in der Sammlung des Prinzen (L. P. II. p. 18). Sie vermehrt meinen Zweifel, ob Azara's

Diagnose der beiden Bisamschweine wohl richtig gestellt oder überhaupt in der Natur gegründet sein mag; denn sie sowohl, als die Exemplare des Königl. Museums, entbehren aller der Kennzeichen, die Azara als die diagnostischen nennt.

Die gleich dabei befindliche Abbildung und Beschreibung des guineischen zahmen Schweins (Margr. p. 230, L. P. II. p. 14) hat Wichtigkeit für die Betrachtung der Hausthiere in ihren Ausartungen, welche aber nicht innerhalb der Gränzen dieser Abhandlung liegt.

Ueber
die Theorien in den Hippokratischen Schriften, nebst Bemerkungen über die Aechtheit dieser Schriften.

Von Herrn H. F. LINK *).

Wenn man nur einen flüchtigen Blick wirft auf die Hippokratischen Schriften, so frägt man verwundernd, wer der Hippokrates sey, den die Aerzte noch immer verehren als ihren Fürsten und grofsen Lehrer. Denn redet man von dem Verfasser der Schrift über die Luft, das Wasser und die verschiedenen Lagen der Oerter, so spricht man von einem gefälligen, deutlichen Schriftsteller; redet man von dem Verfasser des Prognostikon und der Aphorismen, so spricht man von einem Schriftsteller, der Kürze und oft Dunkelheit liebt; redet man von dem Verfasser der Bücher über die epidemischen Krankheiten, so spricht man von einem trefflichen Beobachter, der aber die Kranken, ohne Heilmittel zu reichen, sterben läfst; redet man von dem Verfasser der Schrift über die Diät in hitzigen Krankheiten, so spricht man von einem Arzte, der genug Arzneien, und auch heftig wirkende, dem Kranken reicht. Und doch gehören die genannten Schriften zu denen, welche die älteren und neueren Forscher für ächt erkennen. Was mufs nicht entstehen, wenn man die bezweifelten, verdächtigen und wahrscheinlich unächten Schriften zusammenstellt, um das Hippokratische System zu finden? Ein System voll Widersprüche, voll Beweise von grofsem Wis-

*) Vorgelesen den 21. December 1815.

sen und grofser Unwissenheit, wie weiland Le Clerc in seiner Geschichte der Medizin lieferte. Wenn man auch diesen Fehler in den neuern Zeiten vermeidet, so wirft man doch mehr zusammen, als man sollte, und selbst die genauern Schriftsteller reden von einem solchen Hippokrates, als nirgends vorhanden ist.

Der Geschichte der Wissenschaften ist mehr um die Lehren, um die Theorien der Hippokratischen Schriften zu thun, als um die Verfasser. Von jenen müssen wir ausgehen, dann wird alles Uebrige leichter zu finden seyn. Eine Zusammenstellung der Hippokratischen Schriften nach den darin herrschenden Theorien scheint mir nothwendig und noch nie versucht. Von selbst ergiebt sich dann eine Zeitfolge, worin diese Schriften verfafst wurden, wenn auch nicht für jede einzelne Schrift, doch für jede Abtheilung von Schriften. Von selbst ergiebt sich dann die Verschiedenheit der Verfasser, und die Rücksicht auf Schreibart und einzelne Stellen schweift nicht mehr unbestimmt im Ganzen herum, sondern wird genauer und sicherer.

Wenn wir in den ältern Schriftstellern mehr Nachrichten von Hippokrates und seinen Schriften hätten, so würde die Untersuchung über die Hippokratischen Schriften sehr erleichtert werden. Aber diese fehlen gar sehr, und wir müssen sparsam zusammen lesen, was die Aeltern von ihm sagen.

Die ersten Zeugnisse von Hippokrates haben wir in Platon's Schriften. Eine sehr merkwürdige Stelle im Phädros lautet nach Schleiermacher's Uebersetzung folgendermafsen:

Sokrates. Und glaubst du die Natur der Seele richtig begreifen zu können, ohne des Ganzen Natur?

Phädros. Wenn man dem Asklepiaden (τῷ τῶν Ἀσκληπιαδῶν) Hippokrates glauben soll, auch nicht einmal des Körpers, ohne ein solches Verfahren.

Sokr. Sehr schön, o Freund, dafs er dieses sagt. Wir müssen aber doch aufser dem Hippokrates die Natur fragend untersuchen, ob sie einstimmt.

Ph. Das gebe ich zu.

Sokr. So sieh nun zu, was über die Natur Hippokrates sagt, und die richtige Vernunft. Mufs man nicht so nachdenken über eines jeden Dinges Natur zuerst, ob das einzeln oder vielartig ist, was wir selbst als Künstler behandeln, und auch Andere dazu wollen geschickt machen. Dann, dafs man,



man, wenn es einzeln ist, seine Kraft untersuche, was für eine es hat von Natur, um auf was für Dinge zu wirken, und was für eine, um Einwirkungen, und von was für welchen, aufzunehmen; wenn es aber mehrere hat, diese erst aufzähle, und so von jeder, wie vorher von den einzelnen, sehe, was sie ihrer Natur nach ausrichten, und was sie, von was andern, erleiden kann.

Ph. So wird es geschehen müssen.

Sokr. Jedes Verfahren ohne dieses wäre nur eines Blinden Wanderung.

Wie lernen wir nun den Hippokrates aus dieser Stelle kennen? Als den bloſsen Empiriker, der im Prognostikon oder in den Aphorismen Zeichen auf Zeichen häuft, ohne Bestimmung der verschiedenen Zustände, ohne Rückblick auf Ursachen, ohne Spur von irgend einem System? Wahrlich nicht. Ein Verfahren, wie es in diesem und andern als ächt anerkannten Schriften herrscht, ist nach Platon nicht mehr als eines Blinden Wanderung. Vielmehr hören wir in Platon's Nachricht von einem Denker, der Spekulation liebt, wie sie gerade die neuern Kritiker dem groſsen Arzte absprechen möchten. Es ist schwer das Buch zu finden, welches Platon im Sinn hatte. Galen deutet es auf die Schrift: περὶ φύσεος ἀνθρώπου, *de natura hominis*; eine Schrift, welche ihm sehr oft als ein Muster der wahren Hippokratischen Lehre dienen muſs. Er frägt, auf welches andere Buch Platon's Rede passe. Sehr wahr, sie paſst auf keines; aber auch auf dieses? Wir finden zuerst darin eine sehr flache Vernünftelei gegen die eleatische Philosophie, der Mensch sey nicht ganz Blut, nicht ganz Galle, sondern er bestehe aus verschiedenen Theilen. Die Stellen, worin gesagt wird, einige Aerzte hätten behauptet, der Mensch sey ganz Blut, ganz Galle etc., ist der Stellung nach offenbar eine Glosse, und Galen setzt sich unnöthig in Verlegenheit, die Aerzte zu finden, welche dieses gesagt haben. Der Schmerz zeige schon, daſs der Mensch nicht Einheit sey; vielleicht der tiefste Gedanke in der sonst flachen Rede. Die Bestandtheile des Menschen werden dann hergerechnet: Blut, Phlegma, gelbe und schwarze Galle, nebst den vier Grundeigenschaften derselben: kalt, warm, feucht, trocken. Wir sehen hier deutlich die vier, der Aristotelischen Physik eigenthümlichen Grundeigenschaften der Körper, und die Schrift ist später als diese Physik. Denn Galen hat es keinesweges erwiesen, daſs diese Theorie von den Aerzten, namentlich von Hippokrates, erfunden, und nur von Platon und Aristoteles ausgebildet sey

ja er steht über diese Paradoxie mit allen seinem Zeitgenossen im Widerspruche. Auch hat Galen durchaus keinen andern Grund für diese Meinung, als die Schrift περὶ φύσεος ἀνθρώπου sey ächt, weil Platon sie schon kannte, und Platon habe sie gemeint, weil sie nach der Vorschrift im Phädros verfasst sey. Als ob nicht die Schrift eines andern Verfassers auch nach dieser Vorschrift gemacht seyn könne. Und sie ist nicht einmal danach verfasst. Denn Platon sagt, das Besondere soll aus der Natur des Universums verstanden werden, und diese Vorschrift ist hier gar nicht angewendet, denn der Verfasser versucht es nicht, jene Grundeigenschaften als solche darzuthun, sondern er nimmt sie als gegeben an.

Die andere Stelle in Platons Protagoras (*Oper. ed. Bipont T. 3. p. 88*) sagt uns nichts weiter, als dafs Hippokrates ein Arzt und von der Insel Kos war. Auch hier heifst er der Asklepiade Hippokrates.

Es gab vier Asklepiaden mit dem Namen Hippokrates, wie Suidas lehrt. Nebros (p. 584 v. C. G.) hatte zwei Söhne, Gnosidikos und Chrysos; des erstern Sohn war Hippokrates I., dessen Sohn Heraklides, und des letztern Sohn Hippokrates II. oder der Grofse. Seine zwei Söhne, gleichfalls als Aerzte berühmt, waren Thessalus und Drakon. Thessalus hatte einen Sohn Hippokrates III., und Drakon einen Sohn Hippokrates IV. Könnten wir die Hippokratischen Schriften unter diese vier gleichnamigen Asklepiaden vertheilen, so wäre allen Schwierigkeiten abgeholfen. Aber nichts leitet uns in dieser Vertheilung. Die Alten haben darüber Vermuthungen, aber nur Vermuthungen. So hielt z. B. Glaucias, ein alter Commentator, das Buch *de humoribus*, περὶ χυμῶν, für das Werk eines andern Hippokrates; so schrieb man die Bücher περὶ ἀγμῶν und περὶ ἄρθρων Hippokrates I. zu; so hielt Galen das fünfte Buch περὶ ἐπιδημιῶν für eine Schrift von Hippokrates IV., Drakon's Sohne, u. dgl. m.

Aristoteles, ungeachtet er viele Schriftsteller anführt, schweigt durchaus von einem Arzte Hippokrates. In *Hist. Animal. L.* 3. *c.* 3. kommen mehrere anatomische Angaben vor, die dem Polybus zugeschrieben werden. Wir lesen sie wörtlich in einer Abtheilung der Schrift *de natura hominis* und *de carnibus*.

Aus den Zeiten der Alexandriner führt Galen mehrere Commentatoren an; ein Beweis, dafs nun diese Schriften bekannter wurden. Die meisten der Schriften, welche wir jetzt in der Hippokratischen Sammlung finden, scheinen damals gesammlet zu seyn. Denn ungeachtet in den meisten

eine zwar sehr genaue Zeichenlehre vorkommt, so wird doch in keiner derselben des Pulses gedacht. Bekanntlich wurde die Lehre vom Pulse von Praxagoras von Kos, geboren 341 v. C. G., erfunden, und wir mögen also schliefsen, dafs die meisten Hippokratischen Schriften, gewifs alle worin Semiotik vorkommt, älter waren. Zu den Zeiten der Alexandriner können sie nun auch sehr leicht mit dem falschen Namen Hippokrates gestempelt seyn. Bekannt und oft gebraucht ist die Stelle bei Galen (*Commentar in libr. de natura hominis Comment. I. in fine*), worin er sagt, dafs die Könige in Alexandria und Pergamus grofse Summen an Bücher verwendeten, und dafs man des Preises wegen viele Schriften grofsen Männern untergeschoben habe. Darum, meint er, sey man über die Schrift *de natura hominis* allein sicher, weil diese Platon anführe. So übel steht es mit der Aechtheit aller Hippokratischen Schriften. Nicht so bekannt ist die Stelle in dem zweiten Commentar über das dritte Buch der *Epidem. text.* 4, wo er von den sonderbaren Karakteren bei den Krankengeschichten redet. Nach Einigen nahm Mnemon von Sida das Buch aus der Bibliothek zu Alexandria und schrieb diese Karaktere hinein; nach andern kam es aus Pamphylien, und war unter den Büchern, welche die Schiffer zusammenhäuften und so an die Bibliothek ablieferten, die daher mit βιβλία ἐκ πλοίων bezeichnet wurden. Es führte, wie Einige sagen, die Aufschrift κατὰ διορθωτὴν Μνήμονα, oder, wie Andre behaupten, den Namen Mnemons selbst auf dem Titel. Man sieht aus dieser Erzählung, wie leicht damals, absichtlich und unabsichtlich, die Schriften falsche Titel erhalten konnten.

Wir kommen zum Celsus. Er sagt in der Vorrede zu den Büchern *de Medicina*, da wo er die Geschichte der Medizin erzählt, vom Hippokrates: *Hujus autem (Democriti) ut quidam crediderunt, discipulus Hippocrates Cous, primus quidem ex omnibus memoria dignus ab studio sapientiae disciplinam hanc separavit, vir et arte et facundia insignis.* Dieses heifst wohl nicht, dafs Hippokrates die ersten medizinischen Schriften geschrieben, sondern dafs er zuerst die Medizin wissenschaftlich behandelt habe. In derselben Vorrede heifst es: *Neque esse dubium quin alia curatione opus sit, si ex quatuor principiis vel superans aliquod vel deficiens adversum valetudinem creat, ut quidam ex sapientiae professoribus dixerunt; alia, si in humidis omne vitium est, ut Herophilo visum est, alia si in spiritu, ut Hippocrati.* Eine merkwürdige Stelle! Also die Hippokratischen Bücher, wo von den vier Qualitäten die Rede ist (auch das erwähnte *de natura hominis*), worauf

Galen grofsen Werth legt), enthalten eine Meinung, die nicht dem Hippokrates, sondern den *sapientiae professoribus* zugeschrieben wird. Sollte Celsus den Namen Hippokrates nicht genannt haben, wenn diese Theorie ihm eigen wäre? Welche sind nun die Hippokratischen Bücher, nach denen *omne vitium in spiritu est?* Nur eins oder zwei unter allen können in Frage kommen: das Buch περὶ φυσῶν, *de flatibus*, und das Buch περὶ ὀστέων φύσεως, *de natura ossium*. Das erste hat das Zeugnifs von Erotian und Galen für sich, aber alle Neuern halten es für unächt. Ein epigrammatischer Styl, eine spitzfindige Physik machen es ihnen mehr als verdächtig. Das πνευμα, lehrt dieses Buch, bewirke alles, und alle Krankheiten rühren davon her, *ructus* und *flatus* entstehen vom eingeschlossenen πνευμα; wenn es sich nach aufsen kehre und verdichte, entstehe Schweifs; wenn es in den Adern das Blut abkühle, Fieberfrost. Dieses sind die Hauptlehren des sonderbaren Buches. Gewifs ist es, dafs, wenn dieses Buch von Hippokrates herrührt, alle andern unächt sind, wegen der ganz verschiedenen Lehren und der verschiedenen Schreibart. Die höchst gezwungene Physik in diesem Buche, die mit der spätern Lehre der Pneumatiker sehr übereinstimmt, die nicht weniger gezierte Schreibart und einige Wörter, ἰδέα νόσυ als Idee von Krankheit, μιασμα als ansteckender Stoff, scheinen dem Alterthume dieser Schrift zu widersprechen. Das andere, *de natura ossium*, handelt wenig von den Knochen, meistens von den Adern; ist so verworren, dafs es aus mehrern zusammengesetzt scheint. Auch erwähnen desselben die Alten, Erotian und Galen, gar nicht. Es wäre sonderbar, wenn nur in diesen Schriften ächt Hippokratische Lehren sich befänden.

Vor der Zeichenlehre sagt Celsus (*L.* 2. *Praef.*): *Instantis autem adversae valetudinis signa complura sunt. In quibus explicandis non dubitabo auctoritate antiquorum virorum uti, maximeque Hippocratis.* Wirklich kommen auch viele Zeichen vor, welche wörtlich aus dem Prognostikon, den Aphorismen und einigen andern Hippokratischen Schriften entlehnt sind; aber dieses beweist nichts mehr, als dafs jene Bücher aus Hippokratischen Schriften gezogen wurden.

Wir haben noch eine Erklärung der Kunstwörter in den Hippokratischen Schriften von Erotian, mit einer Anrede an Andromachus, den Leibarzt des Kaisers Nero. Man sieht es als ein Kennzeichen der Aechtheit an, wenn Erotian eine Hippokratische Schrift nennt. Es beweist weiter nichts,

als daſs zu Erotian's Zeiten diese Schriften schon zu den Hippokratischen gerechnet wurden.

Plinius lehrt uns den Hippokrates als einen Mann kennen, welchen der Schimmer der Fabel umgiebt. Hippokrates sagt in L. 7. c. 37: (*Medicina*) *innotuit, qui venientem ab Illyris pestilentiam praedixit discipulosque ad auxiliandum circa urbes dimisit, quod ob meritum honores illi quos Herculi, decrevit Graecia.* So auch früher Varro *d. r. r. L.* 1. *c.* 4. Und Thucydides, dieser sorgfältige Geschichtschreiber, der uns eine Beschreibung der Pest (eigentlich *typhus*) zu Athen gegeben, so genau, als man sie nur von einem Arzte verlangen kann, sollte von jener Begebenheit ganz geschwiegen haben? Eine Begebenheit, welche ganz Griechenland betraf? Wahrlich, dieses ist kaum zu glauben. Ferner heiſst es *L.* 29. *c.* 1. *sect.* 2, Hippokrates habe die Tafeln, worauf die Genesenen in den Tempeln ihre Bemerkungen verzeichneten, abgeschrieben, und den Tempel verbrannt, *ut Varro apud nos credidit.* Der historische Hippokrates entschlüpft uns, und es erscheint an seiner Stelle eine mythische Person.

Schon früher als Plinius, redet vom Hippokrates auf eine ähnliche Weise Varro. *An non,* sagt er, *ille Hippocrates medicus in magna pestilentia non unum agrum sed multa oppida, scientia servavit?* (*De re rustic. L.* 1. *c.* 4.)

Galen rühmt sich, durchaus ein Nachfolger des groſsen Arztes von Kos zu seyn; er hat viele Schriften desselben commentirt, und einige dieser Commentare sind bis auf unsere Zeiten entweder in der Grundsprache, oder auch in lateinischen Uebersetzungen gekommen. Galen klagt, daſs sich unter den Hippokratischen Büchern nicht allein völlig unächte befinden, sondern er hält auch einzelne Theile derselben, einzelne Stellen für untergeschoben. Er folgt darin beständig innern Kennzeichen, wenn ihn nämlich die Lehren in denselben falsch oder Hippokratischen Lehren entgegen scheinen. Von der sonderbaren Meinung, welche ihn leitet und verführt, ist schon oben geredet worden. Er glaubt nämlich, die Philosophie, wie Platon und nach ihm Aristoteles sie lehrten, sey nicht von den Philosophen erdacht, sondern ursprünglich von den Aerzten, namentlich von Hippokrates, erfunden, und nur von jenen Philosophen ausgebildet worden. (S. besonders *de Hippocratis et Platonis placitis L.* 8.) Es ist vorzüglich die Aristotelische Lehre von den vier Qualitäten, welche Galen meint, weil er ein besonderer Vertheidiger derselben ist. Als Beweis führt er das Buch *de*

natura hominis an, worin allerdings die Lehre von den vier Qualitäten auf die Arzneikunde angewendet wird, indem er Platon's Zeugnifs von Hippokrates darauf gewaltsam bezieht. Diese vorgefafste Meinung macht ihn zum verdächtigen Zeugen über alles, was die Hippokratischen Schriften betrifft.

Wir haben eine Lebensbeschreibung von Hippokrates, von einem Soranus, nur weifs man nicht, von welchem. Sie enthält die Fabeln, welche schon beim Plinius vorkommen, und noch einige mehr. Ein Graeculus hat diese Mährchen in Briefe ausgesponnen, welche gewöhnlich den Hippokratischen Schriften vorgedruckt werden. Dort schreibt der Senat zu Abdera, ihr sonst so vortrefflicher Mitbürger, Demokrit, sey wahnsinnig geworden, denn er lache über alles, was zu Abdera geschehe, Hippokrates möge kommen und ihn heilen. Nun folgen einige Briefe von Hippokrates über diesen Gegenstand, unter andern einer an einen Krateuas, der zu August's Zeiten lebte, worin er ihm den Auftrag und Regeln giebt, Kräuter zu sammlen, damit er sie auf seiner Reise zum Demokrit gebrauchen könne. Die Sache endigt sich damit, dafs Hippokrates den Abderiten erklärt, Demokrit sey nichts weniger als verrückt, woraus denn sehr natürlich folgt, die Abderiten seyen es vielmehr gewesen. Ein anderes Mährchen ist folgendes. Artaxerxes schreibt an Hippokrates und erbittet sich Rath von ihm in einer Pest, und ersucht ihn endlich sogar, selbst zu kommen. Aber der hochsinnige Hippokrates antwortet, er werde nicht kommen, denn A. sey ein Feind seines Vaterlandes. Auch dieses Geschichtchen ist in mehrere Briefe ausgedehnt. Endlich findet sich noch die Rede von Thessalus und Drakon, Söhnen des Hippokrates, darunter, welche die Koer nach Athen als Gesandten schickten, weil Athen den Koern den Krieg erklärt hatte.

Unter den neuern Kritikern wollen wir nur einige wenige nennen. Von Hieronymus Mercurialis rührt die Eintheilung der Hippokratischen Schriften in drei Klassen her: in ächte Schriften; in solche, die nicht von Hippokrates selbst, aber von seinen Schülern herrühren, und ächt Hippokratische Lehren enthalten; und in unächte Schriften. Uebrigens folgt er Galen in den genauern Bestimmungen, und vergeblich sucht man bei ihm einen Grundsatz, der ihn leitet. Die häufigen Commentatoren Hippokratischer Schriften haben wenig zur Kritik derselben beigetragen; jeder fand das Buch ächt Hippokratisch, welches er zu erläutern unternommen hatte. Der berühmte Foesius ist sehr geneigt, jede Schrift, welche das spätere Zeitalter nicht gar zu grell ausspricht, für ächt zu halten. Haller gesteht selbst,

dafs er nicht die Zeit zu genauern Forschungen gehabt habe, und dafs er behutsam wie Foesius seyn wolle. Von Gruner haben wir eine *Censura librorum Hippocraticorum*, und von ihm und Grimm eine Bibliothek der alten Aerzte. Kennzeichen eines ächt Hippokratischen Buches sind ihm: Kürze, eine abgebrochene, nachdrückliche Schreibart, im Ionischen Dialekt, doch mit Rücksicht auf den Dorischen und Attischen, ohne Schmuck und Theorien. Aber in dem Buche von der Luft, dem Wasser und den Lagen der Oerter, herrscht keine kurze, nachdrückliche, noch weniger abgebrochene Schreibart; auch in den Büchern von der Ptisane findet man diese Eigenschaften nicht. Es ist wahr, in den Schriften, welche Gruner vorzüglich für ächt erklärt, wird einer Theorie nur selten erwähnt. Aber wird Hippokrates als ein Feind der Theorie von Platon, von Celsus geschildert? Das Kennzeichen am Dialekt ist nicht leicht zu bestimmen, und erfordert Sprachforschungen, die noch nicht angestellt sind. Sprengel ist in seiner Apologie des Hippokrates und in seiner Geschichte der Arzneikunde zu wenig von Gruner abgewichen.

Doch ich kehre zu den Theorien zurück, welche in den Hippokratischen Schriften herrschen.

I. Theorie von Galle und Phlegma.

Galle und Phlegma sind nach dieser Vorstellungsart wesentliche Bestandtheile aller Flüssigkeiten des Körpers. Sind sie gehörig gemischt, so ist der Körper gesund; tritt eine derselben hervor, so entsteht Krankheit.

In den Schriften, welche zu dieser Abtheilung gehören, ist diese Theorie keinesweges ausgeführt, wohl aber durch eine oder die andere Stelle angedeutet. Es herrscht in ihnen aber durchaus keine andere medizinische Theorie. Sie sind rein empirische Schriften, und eben deswegen werden viele derselben vorzugsweise für ächt Hippokratisch gehalten.

Diese Theorie ist die älteste medizinische, von der wir Nachrichten haben. Der Ausdruck: alle gallichte Ausleerungen, so wie sie von den Aerzten genannt werden, kommt schon in der Beschreibung der Pest zu Athen von Thucydides vor. Bestimmt sagt Aristoteles (*Physicon. L.* 2. *c.* 3.), die

Eintheilung der Krankheiten nach Galle und Phlegma sey den Aerzten gewöhnlich. Später unterschied man Arten von Galle und Phlegma; diese Unterscheidungen sind den ältern Schriften noch fremd. Platon giebt im Timäus Galle und Phlegma als Ursachen von Krankheiten an, setzt aber πνευμα hinzu. Merkwürdig, daſs schon in den *Upanishads* (Anquetils *Oupnek'hat*) diese Theorie vorkommt.

Alles stimmt also darin überein, daſs die Schriften dieser Theorie zu den ältesten der Sammlung gehören. Auch finden sich unter ihnen diejenigen, an deren Aechtheit der wenigste Zweifel gewesen ist.

Der Gegensatz von Galle und Phlegma (Schleim) wurde schon früh aufgefaſst. Uebermaſs an Galle oder Hervortreten derselben ist Ursache der hitzigen Krankheit, Uebermaſs an Phlegma oder Hervortreten desselben ist Ursache der chronischen Krankheit. Jene bezeichnet das Heftige, Durchdringende, Entschiedene; dieses das Matte, Aufgelöste, Langsame. Es war eine Uebersicht für Entstehung der Krankheiten, so wie für Anwendung der Heilmittel gegeben, die, wenn sie gleich unsern jetzigen Kenntnissen nicht entspricht, doch ihnen, gehörig gestellt, nicht ganz widerspricht. Es versteht sich, daſs man Galle und Phlegma nicht wörtlich nehmen, sondern nur als Darstellung der oben gedachten Zustände des menschlichen Körpers betrachten muſs.

Die hieher gehörigen Schriften sind folgende.

Επιδημιων α και γ. *Epidemicorum L. I. et III.* Nach Galens und aller Alten Zeugnisse sind diese beiden Bücher allein ächt, und die Neuern haben nichts dagegen erinnert. In ihnen tritt das, was wir Hippokratische Lehre nennen, oder was wir als das Ausgezeichnete dieser Lehre betrachten, am deutlichsten hervor, nämlich die Rücksicht auf die *constitutio anni* (κατάςασις ἔτυς), oder das Verhältniſs der Krankheiten zur Witterung; denn epidemische Krankheit heiſst bei den Alten bestimmt die Krankheitsform, wie sie durch die Witterung, folglich allgemein, bestimmt wird. Das Verhältniſs der Krankheiten zu einer Periode von mehreren Jahren kannten die Alten noch nicht, auch ist es erst vor nicht gar langer Zeit zur Sprache gekommen. Ferner unterschieden die Alten sehr wohl, was jetzt oft mit dem Epidemischen verwechselt wird, den λοίμος oder eine κατάςασις λοιμώδης, die von andern fremden Dingen, nicht von der Witterung, allgemein bewirkt wird. Der Begriff vom Ansteckenden liegt nicht darin; der Katarrh z. B. kann oft epidemisch seyn, aber jener Katarrh, welcher 1782 von China

China bis S. Domingo zog, würde den Alten ein λοιμος gewesen seyn. Doch dieses beiläufig. Vortrefflich werden die Constitutionen mehrerer Jahre in diesen Büchern geschildert, und es folgen darauf Krankengeschichten, mit einer Genauigkeit erzählt, die noch Muster ist. Die scharfe, treffliche Beobachtung erhebt diese beiden Bücher zu dem ersten Range der medizinischen Schriften, nicht des Alterthums allein, sondern auch der neuern Zeit. Von keiner Theorie kommt etwas vor, als dass *εμετοι φλεγματώδεις* und *χολώδεις* unterschieden werden.

Oft ist von Krankheiten die Rede, worin Aderlass angezeigt war, z. B. im dritten Buche von einer Lungenentzündung, wo Aderlass vormals, wie jetzt, nothwendig gehalten wurde. Hier gerathen die Auslager in die gröfste Verlegenheit. Wie, sagt Galen, Hippokrates, der in den Aphorismen, in der Schrift *de diaeta in acutis* den Aderlass liebt, gebrauchte hier ihn nicht? Oder verschwieg er ihn nur? Galen entscheidet für das Letzte. Wahrlich ein guter Beobachter, der nicht einmal die Veränderung der Krankheit nach einem so wirksamen Heilmittel angiebt! Was ist natürlicher zu vermuthen, als dass dieser Hippokrates von dem Hippokrates der Aphorismen und der *diaeta in acutis* verschieden war. Der reine Krankheitsverlauf, ungestört von Heilmitteln, sollte von dem V. dieser Schriften dargestellt werden.

Alle Krankheitsgeschichten im ersten Buche sind von Kranken auf Thasos, im dritten Buche die Hälfte. Hier kommen noch sechs aus Abdera, zwei aus Larissa, eine aus Cyzicum, eine aus Moeliboea vor. Wie kommt Hippokrates nach Thasos? Nicht die geringste Spur einer Nachricht, dass sich der grofse Arzt auf Thasos befunden. Diese Insel an der Küste von Thracien hatte einen Tempel des Herkules, war fruchtbar und lieferte guten Wein; aber von einem Tempel des Aeskulap's oder der Hygieia hat man keine Nachricht. Und mehrere Jahre war der Verf. dort, denn die Constitutionen mehrerer Jahre werden beschrieben.

In dem Buche von der Luft, dem Wasser u. s. w. wird dieselbe Theorie vorgetragen. Aber erstlich ist darin nirgends von Thasos die Rede, da der Verf. doch Asien und Europa vergleicht, wobei jene Insel wohl eine Erwähnung verdient hätte; und dann ist die Theorie ganz anders gewandt. So redet der Verf. von dem Austrocknen der Körper, welches vorzüglich die gallichten Personen treffe, auch von wässerigen oder feuchten Naturen u. dgl. m. Wir sehen also schon hieraus, die verschiedene Schreibart ab-

gerechnet, daſs beide Werke wohl nicht einen und denselben Urheber hatten. Eines von beiden muſs unächt seyn.

Es ist ferner sonderbar, daſs nirgends in diesen beiden Büchern Heilmittel angeführt werden. Die Kranken sterben, nach der Erzählung, ohne die geringste Hülfe. Sollte ein berühmter Arzt es wagen dürfen, ein so ruhiger Beobachter der sterbenden Kranken zu seyn? Daſs der V. die Heilmittel verschwieg, wie Galen meint, läſst sich nicht glauben: das hieſse, durch die gröſste Sorglosigkeit das Sorgfältigste zerstören. Die Bücher scheinen mir also mehr von einem bloſs beobachtenden Naturforscher, als von einem Arzte zu seyn.

Wenn Galen sagt, alle stimmen darin überein, daſs diese beiden Bücher ächt sind, so geht dieses „alle" nicht über die Zeiten der Alexandriner.

Das zweite Buch enthält unordentlich, mangelhaft erzählte Krankengeschichten, eine höchst unanatomische und daher vielleicht sehr alte Beschreibung der Adern, eine Krankheitsphysiognomik. Das vierte und fünfte Buch enthält, wie das zweite im ersten Theile, viele kurz und mangelhaft erzählte Krankengeschichten aus verschiedenen Gegenden. So auch das siebente. Das sechste besteht ganz aus Aphorismen, und scheint mir in der Schreibart groſse Aehnlichkeit mit dem *Coacae Praenot.* und *Prorrheticon* zu haben. Alle Bücher sind eingestanden unächt. Im vierten Buche wird, wie Sprengel schon erwähnt, eines Kynischen Philosophen gedacht.

Προγνωστικον oder προγνωστικα. *Prognosticon.* Ein allgemein für ächt Hippokratisch anerkanntes Buch, wie Galen sagt. Aber nähere Nachrichten über diesen Ausspruch sucht man vergebens bei diesem Schriftsteller. Viele richtige, genaue Angaben, ein deutlicher bestimmter Ausdruck haben dieses Buch sehr beliebt gemacht. Aber ich sehe nicht, wie man dem Buche eine gute Ordnung zuschreiben kann. Es folgen die Zeichen von Gesicht, Athmen, Schweiſs, Schmerz in den Seiten, Geschwüren, Oedemen auf einander. Dann im zweiten Theile: Zeichen von Wassersucht, Hitze in einzelnen Theilen, Schwere der Theile, Farbe der Nägel, Schlaf, Stuhlgang, Urin u. s. w. Nirgends ein Rückblick auf die Ursachen, nicht einmal in der äuſserst feinen Semiotik des Urins. Der Hippokrates, welchen Platon uns schildert, sollte man glauben, würde das Ganze doch etwas wissenschaftlicher eingerichtet haben. Ueberhaupt scheint das Buch ein semiotischer Auszug aus Hippokratischen Schriften zu seyn.

Προῤῥητικὸν oder προῤῥητικά. *Prorrheticon.* Wir haben von Galen einen Commentar über das erste Buch. Er sagt zum vierten Text, der Verfasser mache einen *Soloecismus*, weil er von ἐναιωρεύμενον οὖρον spricht, statt von ἐναιωρευμένον ἐν οὔρῳ. Wegen dieser und anderer Soloekismen, sagt er, glaubten einige ἐκ συλλογῆς, das Werk sey nicht vom Hippokrates. Die dunkle, gesuchte Kürze, die sonderbaren Wendungen, die gehäuften Beiwörter, die Reden im Infinitiv stellen das Buch mit dem folgenden und dem sechsten Buche der *Epidem.* zusammen.

Das zweite Buch hat einen ganz andern Verf. Ein deutlicher, einfacher Styl unterscheiden es. Haller und Gruner erkennen es für ächt, Erotian und Galen für unächt. Die Klage im Anfange, daſs man die Vorhersagung in den Krankheiten übertreibe, gehört offenbar einem spätern Zeitalter.

Κῳακαὶ προγνώσεις. *Coacae Praenotiones.* Was vom ersten Theile des *Prorrheticon* gilt, läſst sich auch von dieser Schrift sagen. Auch sind manche Stellen wörtlich in beiden zugleich vorhanden. Nach Gruner und Grimm älter als Hippokrates. Aber diese geziert zusammengehäuften Ausdrücke haben das Gepräge des höhern Alterthums nicht.

Ἀφορισμοί. *Aphorismi.* Von allen Hippokratischen Schriften die berühmteste, und im Ganzen für ächt erkannt. Aber manche Aphorismen verwirft Galen schon als unächt, namentlich die ganze achte Abtheilung, ferner Nr. 46. und 68. der siebenten Abtheilung. Bald ist unter den Sätzen einiger Zusammenhang und Ordnung, bald keine Spur davon. Der letzte Aphorismus der ersten Abtheilung ist schon im zweiten enthalten, der vorletzte ist der neunte der zweiten Abtheilung, und dergleichen Unordnungen mehr. Die dritte Abtheilung enthält viele Sätze aus dem Werke *de aëre aquis, locis,* viele andere stimmen mit der Zeichenlehre im *Prognosticon* wörtlich überein. So hatte man Gründe genug, diese Sätze als Auszüge aus Hippokratischen Schriften anzusehen. Ein Ueberblick des Ganzen zeigt eine gröſsere Mannigfaltigkeit. In der ersten Abtheilung, nach einem sehr allgemeinen Anfange, sogleich Sätze von den Ausleerungen, dann von der Diät, den Krisen, von dem, was ὀργᾷ καὶ ῥέπει, uralte Begriffe der Arzneikunde.

Zweite Abtheilung. Mancherlei Zeichen. Dann erst die genaue Bestimmung der kritischen Tage, welche im Vorigen nur allgemein angedeutet wurden, offenbar Ausführung der Sätze in der vorigen Abtheilung.

Dritte Abtheilung, περὶ ὡρῶν καὶ ἡλικιῶν, wie Galen den Inhalt angiebt. Uebereinstimmend mit den Lehren der Ἐπιδημιῶν.

Vierte Abth. Zuerst wiederum über Ausleerungen, aber feinere Unterscheidung der Krankheiten, als in den ersten Abtheilungen. Unterscheidung von schwarzer und gewöhnlicher Galle, ebenfalls in den vorigen Abtheilungen nicht zu finden. Schon einige Ausdrücke, welche auf die vier Grundeigenschaften zu deuten scheinen. Sätze über Fieber, Schweiſs, Urin. Die fünfte Abtheilung ist eine Fortsetzung der vierten, und handelt von Krämpfen, Phthisis, Kälte, Wärme, Schwangerschaft.

Sechste Abtheilung. Ein wunderliches Gemisch von Sätzen, darunter einige sehr auffallende, z. B. Stammelnde bekommen leicht langwierige Diarrhöen.

Siebente Abtheilung. Ebenfalls gemischte Sätze, aber sie haben das Eigenthümliche, daſs sie meistens mit gleichen Wörtern anfangen und absichtlich nach diesen zusammengestellt sind; so mit ἐπὶ, oder ὁκόσοισιν, oder ἦν, z. B. ἐπὶ καύμασιν ἰσχυροῖσιν σπασμοὶ ἢ τέτανοι, κακόν.

So sehen wir also in den Abtheilungen Unterschiede, die es höchst wahrscheinlich machen, daſs sie nicht von einem Verfasser und zu einer Zeit gesammlet wurden. Vielmehr bemerken wir ein Fortschreiten vom Einfachern zum Genauern, dann zum Sonderbaren, endlich zum Spielenden.

Περὶ διαίτης ὀξέων. *De acutorum (in acutis) diaeta.* Nur der erste Theil von der Ptisane hat Galen's und Erotian's Zeugniſs für sich, die übrigen werden von allen Kritikern mit Recht verworfen, und zeigen sich sogleich als unordentliche Anhängsel. Das Buch von der Ptisane fängt mit einer Polemik gegen die Knidischen Aerzte an. Gab es zu Hippokrates Zeiten schon so viel Schriftsteller dieser Art, daſs eine Polemik dagegen nöthig war? Ueberdies werden viele Arzneimittel angegeben, σίλφιον, ὀπὸς u. dgl.

Περὶ ἀέρων, ὑδάτων, τόπων. *De aëre (aëribus), aquis, locis.* Einstimmig für ächt erkannt. Der Einfluſs der Luft, des Wassers und der Lage der Oerter, nicht allein auf die Gesundheit, sondern auch auf die Sitten, wird gezeigt. Eine Vergleichung der Europäer und Asiaten, so wie eine Nachricht von den Skythen, nehmen einen groſsen Theil des Buches ein. Die Schreibart ist leicht und gefällig, die Untersuchung doch im Ganzen flach, und nicht mit der Schärfe geführt, welche in den Büchern von den epidemischen Krankheiten herrscht. Verdächtig sind mir die mannigfaltigen Hindeutungen auf die folgende Theorie, z. B. den galligen Constitutionen schade die Trockniſs, wegen des Austrocknens, den phlegmatischen nütze sie; woraus folgt, daſs die Galle für trocken und das Phlegma für feucht gehalten

wird, gerade wie in der folgenden Theorie. Dieses Buch gehört daher mehr zur folgenden Klasse.

II. Theorie von den vier Grundeigenschaften.

Die Ableitung der vier Grundeigenschaften aller Dinge: warm, kalt, feucht, trocken, ist dem Aristotelischen System eigenthümlich. Auf eine ganz eigene Weise findet sie der grofse Philosoph, indem er die verschiedenen möglichen Eigenschaften der Körper zusammenstellt, das Abgeleitete ausschliefst, ferner das, was im Verhältnifs von Leiden und Wirken steht, und endlich was nur blofs Streben nach einer Gegend ist. Erst aus diesen Grundeigenschaften und deren möglicher Verknüpfung entstehen die vier Elemente: aus kalt und trocken die Erde, aus warm und trocken das Feuer, aus kalt und feucht das Wasser, aus warm und feucht die Luft.

Keiner der ältern Schriftsteller äufsert auch nur die Vermuthung, dafs Aristoteles diese Lehre von andern entlehnt habe. Galen allein schreibt sie dem Hippokrates zu, und zwar weil sie in dem Buche *de natura hominis* zum Grunde liege, und weil Platon dieses Buch anführe. Wir haben dieses schon erwogen. Wie sehr Galen in dieser Meinung allein stand, sehen wir aus unzähligen Stellen seiner Schriften, sehr deutlich z. B. aus der heftigen Apologie gegen Lykos. Er klagt nicht selten die Neider an, welche ihm die Ehre seiner Entdeckung rauben wollen, denn dafür hält er seine Meinung.

Es ist den Aerzten gewöhnlich, die herrschende philosophische Theorie auf die herrschende medizinische auszudehnen. In neuern Zeiten, als die Brownische Lehre sich über Deutschland verbreitete, konnte es nicht fehlen, dafs nicht die Kantische Philosophie darauf angewendet würde, und die Receptivität sowohl als die Spontaneität in der Incitabilität erschien. So auch damals. Galle und Phlegma lagen zum Grunde, feine Theoretiker hatten die Galle in gelbe und schwarze unterschieden, und jetzt kamen die vier Grundeigenschaften hinzu. Warm und feucht war das Blut, warm und trocken die gelbe Galle, kalt und trocken die schwarze Galle, kalt und feucht das Phlegma. Daher die Mischung im organischen Körper, die κρᾶσις, *temperamentum*, und die vier Hauptmischungen, als die vier Grundtemperamente. In dem Blute und sanguinischen Temperamente tritt die Luft her-

vor, in der gelben Galle und dem cholerischen Temperamente das Feuer, in der schwarzen Galle und dem melancholischen die Erde, in dem Phlegma und phlegmatischen das Wasser. Die Heilmittel wirken durch ihre hervorstechende Eigenschaften; sie sind warm, kalt, feucht oder trocken im ersten, zweiten, dritten, vierten Grade (ἀπόςασις).

Alle Hippokratische Schriften, in denen diese Lehre herrscht, mögen wir also in die Zeiten nach Aristoteles versetzen, folglich lange nach der Zeit, wo Hippokrates lebte. Keine einzige kann auf Aechtheit Anspruch machen, so sehr auch Galen für einige redet. Diese Schriften sind:

Περὶ φύσιος ἀνθρώπου, περὶ γονῆς, περὶ φύσιος παιδίου, περὶ διαίτης ὑγιεινῆς, περὶ διαίτης ὑγιεινάντων, das erste Buch ausgenommen, περὶ τροφῆς, περὶ παθῶν, περὶ τῶν ἐντός παθῶν, περὶ νόσων, περὶ γυναικέων, περὶ γυναικαίης φύσιος, περὶ ἱερῆς νόσου, περὶ αἱμοῤῥοιδῶν, περὶ παρθενίων, περὶ ὄψιος, περὶ ἑλκῶν, περὶ συρίγγων: zum Theil sehr kleine Schriften, und solche, die kein Zeugniſs von Galen und Erotian für sich haben. Diejenigen, worin starke Arzneimittel empfohlen werden, rechnet man zur Knidischen Schule.

III. Theorie von den abgeleiteten Eigenschaften.

Eine Schrift gehört vorzüglich hieher: περὶ ἀρχαίης ἰητρικῆς, *de antiqua medicina*. Der Verfasser eifert gegen die Ableitung der Krankheiten von den Grundeigenschaften: warm, kalt, feucht, trocken, und sagt: Was eigentlich schade, sey das Bittere, Süſse, Herbe, Schale (πλαδαρόν), nicht gehörig gemischt. Mit Recht behauptet er, die alte Medizin habe sich auf solche Theorien nicht eingelassen, sey durch Erfahrung, durch Beobachtung über das, was helfe und schade, entstanden. Das sonst gute Buch kann nicht von Hippokrates seyn, da es eine Lehre verwirft, welche durch Aristotelische Philosophie entstanden war.

IV. Theorie vom Feuer, als dem allgemein Wirkenden.

Heraklits Philosophie herrscht in dieser Lehre. Die Schrift περὶ σαρκῶν, die man auch περὶ ἀρχῶν genannt hat, ist das wichtigste Buch dieser Klasse,

Es ist darin eine physiologische Erklärung enthalten, wie die Theile des organischen Körpers sich bilden. Fett und Schleim werden durch das Feuer ausgetrocknet, ausgebrannt, und so in mannichfaltige Theile geformt. Das Element des Feuers bildet sie mit Bewuſstseyn, denn der αἴθηϱ wisse alles. Einige Stellen aus dieser Schrift führt Aristoteles an, schreibt sie aber dem Polybus zu (*Hist. Anim. L.* 3. *c.* 3.). Von Hippokrates ist also diese Schrift nicht, aber alt ohne Zweifel.

Der erste Theil des Buches πεϱὶ διαίτης ὑγιεινόντων muſs ebenfalls hieher gerechnet werden.

V. Theorie vom πνευμα.

Die Schriften πεϱὶ φυσῶν und πεϱὶ ὀςεῶν φύσεως enthalten diese Theorie, von welcher schon oben geredet ist.

VI. Theorie von den Flüssen.

Eine gewiſs uralte Theorie, welche auch in den Schriften der Chinesischen Aerzte herrscht. Sie trägt die Spuren ihres rohen Ursprungs an sich, läſst die schadhafte Materie von einem Theile zum andern flieſsen. Daher der Ausdruck Fluſs, ῥȣς, *catarrhus*. Vom Kopfe senkt sie sich auf die Brust und auf die übrigen Glieder, erregt zuerst Schnupfen, dann Brustbeschwerden, endlich Gliederschmerzen. Auch wirft sich die Materie von einem Theile zum andern (ῥέπει). Unbekümmert um die Wege, welche die schadhafte Materie zu machen hatte, lieſs man sie durch den Körper fortrücken, als ob eigene Kanäle für sie da wären. Es ist die natürlichste medizinische Theorie, welche noch immer unter dem Volke herrscht, und darunter herrschen wird, denn es ist die Sprache der Empfindung. Vielleicht ist auch die Theorie so unrichtig nicht, und kann eine wissenschaftliche Deutung erlangen, wenn die galvanische Versetzung mit der gehörigen Umsicht und Vorsicht auf den organischen Körper angewendet seyn wird.

Unter den Hippokratischen Schriften sind vorzüglich zwei zu nennen, worin diese Theorie herrscht. Die erste hat die Ueberschrift: πεϱὶ τόπων τῶν καθ' ἄνθϱωπον, *de locis in homine*. Der Verf. weiſs schon, wie die Kälte die Theile spannt und zusammenzieht, wodurch die flüssige Materie ausge-

preſst wird, dann wie die Wärme die Materien schmilzt und sie ausflieſsen läſst, Galen und Erotian führen dieses Buch als ächt auf. Aber es bezieht sich deutlich auf die Lehre von den vier Grundeigenschaften, und gehört also in die Zeiten nach Aristoteles. Die zweite ist die Schrift: περὶ ἀδένων, *de glandulis.* Das Gehirn ist dem V. eine Glandel, worin eine Feuchtigkeit bereitet wird, die verdorben auf andere Theile flieſst und Krankheiten erregt. Galen hält die Schrift für unächt. Sie enthält offenbar Verfeinerung einer alten Theorie.

Unter diese sechs Abtheilungen lassen sich die gröſsern, wichtigern und von Vielen als ächt erkannten Hippokratischen Schriften bringen. Wir haben hier eine Sammlung von Schriften, vor der Zeit geschrieben, als zu Alexandrien Wissenschaften, und mit ihnen die Arzneikunde, blühten, und mit dem Namen Hippokrates bezeichnet. Verschieden ist in ihnen Lehre und Sprache, so daſs sie wenigstens von sechs Verfassern herrühren, unter denen man einen auswählen mag, um ihn Hippokrates zu nennen. Es giebt noch einige andre kleine Schriften in der Hippokratischen Sammlung, welche sich nicht wohl zu einer dieser sechs Abtheilungen bringen lassen, aber sie gehören zu den unbedeutendern, und es ist nicht eine darunter, gegen deren Aechtheit man nicht schon früh groſse Zweifel erhoben hätte.

Kri-

Kritische Untersuchung einiger Erscheinungen, welche als Wirkung der galvanischen Action erklärt worden sind im Allgemeinen, und über Metallreduction auf nassem Wege ins Besondere.

Eingesendet vom Herrn Professor FISCHER in Breslau *)

Einleitung.

Unser Streben nach Erkenntniſs der Natur offenbart sich auf zwiefache Weise; erstens in dem treuen und unbefangenen Beobachten der Naturerscheinungen selbst und dem schöpferischen Hervorrufen derselben durch das Experiment, zur Ausmittelung der nähern Bedingung ihres Seyns, und zweitens in dem Zusammenfassen ganzer Gruppen dieser Erscheinungen unter einen allgemeinen Gesichtspunkt, und dem Unterwerfen derselben unter ein gemeinschaftliches Gesetz. Wir wollen jene die rein empirische, diese die speculative Richtung der Naturforschung nennen. Soll jedoch das ganze Streben nicht zwecklos seyn, soll es zu einer Naturwissenschaft führen: so müssen beide Richtungen vereint seyn, und zwar nicht bloſs im Allgemeinen und in der Gesammtheit der Naturforscher als solcher, sondern in jedem Individuum derselben; weil nur derjenige, welcher von einem Gesetze geleitet wird, einzelne Erscheinungen und ihre Bedingungen mit Erfolg und Nutzen beobachten wird, und auf der andern Seite nur derjenige wahrhaft höhere Ansichten über die Natur angeben kann, welcher von der Erfahrung jeder einzelnen Erscheinung ausgeht. Ohne das wechselseitige

*) Vorgelesen den 13. Julius 1815.

Ineinandergreifen beider Richtungen zerfällt das Bemühen des Experimentators in Spielereien, das des Philosophen in leeren Hirngespenstern.

Mit der Erweiterung und Vervollkommnung der Wissenschaften bekömmt, wie natürlich, jene speculative Richtung die Oberhand, und zwar nicht nur in der Gesammtheit der Naturforscher, sondern in jedem einzelnen derselben. Das Hingeben seiner Bemühungen für das bloſse Experimentiren und Beobachten der Erscheinungen verschmähend, strebt ein Jeder, wenn auch nicht selbst ein neues System der Naturwissenschaft zu schaffen, so doch wenigstens an einem vorhandenen thätig mit zu arbeiten. Daher die an sich auffallende Erscheinung, daſs in unserer Zeit, wo die Naturwissenschaft, wie nicht zu leugnen, auf einer hohen Stufe der Vollkommenheit steht, und in der sich der Gegensatz von Empirie und Speculation so hart und gehässig ausgesprochen hat, viele Gegner der Naturphilosophie weit mehr Hypothesen und unbegründete Gesetze aufstellen, als die sogenannten Naturphilosophen selbst. Soll indessen die Wissenschaft wahrhaft fortschreiten: so müssen wir in dem Maſse, als der menschliche Geist sich mehr zu dem Gesetze der Erscheinungen, als zu deren Beobachtung hingezogen fühlt, auch unsere Aufmerksamkeit mit gedoppelter Strenge auf das Besondere jeder einzelnen Erscheinung richten, damit nicht nach äuſserer Aehnlichkeit und andern Scheingründen, Wirkungen ganz verschiedener Natur einer und derselben Ursache zugeschrieben werden. Denn so gleichgültig auch eine solche falsche Zusammenstellung an und für sich seyn dürfte, so wenig bleibt sie es, wenn man den Einfluſs betrachtet, den sie oft auf die Richtung der fernern Bearbeitung einzelner Gebiete der Wissenschaft ausübt.

Die kurze Geschichte des Galvanismus liefert mehrere Beispiele dieser Art, von denen ich nur die Ansicht Ritter's, den Galvanismus mit dem Magnetismus in eins zusammen zu schmelzen, erwähnen will, welcher Irrthum von Erman so musterhaft dargethan und beseitigt worden ist.

Die verschiedenen Theorien, welche über die Natur des Galvanismus herrschen, und namentlich sowohl die beiden entgegengesetzten Ansichten, nach welchen entweder erstens die elektrische Spannung, welche bei Berührung der beiden heterogenen Körper einer Klasse entsteht, als die alleinige Ursache und als das ursprünglich Thätige bei dem galvanischen Processe, jede Wirkung aber, so wie die in der Kette selbst vorgehende Oxydation, als Produkt und Folge betrachtet wird; oder umgekehrt zweitens, die Oxydation, welche in der Kette zwischen den Gliedern beider Klassen der Lei-

ter eintritt, als die erste und alleinige Ursache des galvanischen Processes gesetzt, und zum Erklärungsprincip aller Wirkungen wird; sowohl diese Theorien, als auch jene dritte, welche diese entgegengesetzten Ansichten vereinigt, indem sie den galvanischen Proceſs als identisch mit dem chemischen betrachtet; die eine wie die andere scheinen zu mehreren ungegründeten Behauptungen Veranlassung gegeben zu haben. Denn je nachdem man sich für diese oder jene der streitenden Partheien erklärte, glaubte man auch in jedem chemischen Proceſs die Bedingungen zu einer galvanischen Kette zu sehen, oder umgekehrt bei jeder galvanischen Action den Oxydationsproceſs voraussetzen zu müssen; oder endlich, man hielt sich für befugt, in jeder galvanischen oder chemischen Wirkung beide, den galvanischen wie den chemischen Proceſs, nachzuweisen.

Ich kann nun um so weniger in diesen Streit unmittelbar eingehen, als er in der That kaum zu entscheiden ist. Denn die Vertheidiger der einen wie der andern Ansicht werden nie darum verlegen seyn, jeder galvanischen Action eine, wenn auch nur unbedeutende, in keinem Produkte sich darstellende, nicht wahrnehmbare Oxydation unterzulegen, und umgekehrt, bei jeder chemischen Action eine, wenn auch durch keine Erscheinung wahrzunehmende galvanische Kette wirken zu lassen. Auch werden sie nie in Verlegenheit seyn, die drei Glieder nachzuweisen, die zur Bildung einer galvanischen Kette erforderlich sind, indem ihnen immer der Ausweg offen bleibt, die beiden überall vorhandenen Elemente, nämlich Luft und Wasser, zu Hülfe zu nehmen, um das fehlende Glied zu ersetzen; sie werden auch wohl nicht einmal anstehn, Substanzen als Glieder dieser Kette anzunehmen, welche sonst den Galvanismus nicht zu erzeugen und zu leiten vermögen, ja selbst Substanzen, welche hemmend und vernichtend dagegen wirken.

Uebrigens scheint mir die Entscheidung dieses Streites, wenn er mit den angegebenen Waffen geführt wird, für die Wissenschaft selbst von wenig Bedeutung zu seyn, und dem Chemiker kann es eben so gleichgültig seyn, wenn bei dem chemischen Proceſs auſser der chemischen Verwandtschaft auch eine unbemerkbare galvanische Thätigkeit als mitwirkend vorausgesetzt wird, als es dem Elektriker ist, wenn man bei dem elektrischen Proceſs eine nicht wahrzunehmende Oxydation als begleitend annimmt. Die sehr wahrscheinliche Ansicht hingegen, nach welcher die chemische Verwandtschaft als gegründet auf dem elektrischen Gegensatz der Körper be-

trachtet wird, ist, wie ich glaube, von den aufgestellten Theorien ganz unabhängig.

Diese Abhandlung soll nun eine von dem empirischen Standpunkte ausgehende Beleuchtung aller derjenigen Erscheinungen seyn, bei welchen man aufser der chemischen Action auch noch eine galvanische annehmen, oder die man wohl gar nur aus der letztern erklären zu müssen glaubt.

Die Abhandlung selbst zerfällt, nach den Gegenständen der Untersuchung, in vier Abschnitte, von denen der erste die Erscheinungen, welche Jäger bei Einwirkung des oxydirenden Zinks auf Pflanzenfarben beobachtet hat *), näher prüfen soll, da sie von Vielen als die Basis der Oxydationstheorie des Galvanismus angesehen werden. Der zweite Abschnitt soll der Untersuchung der Metallreductionen gewidmet seyn, die man bis jetzt aus der nähern Verwandtschaft zum Sauerstoff zwischen dem Reducirenden und Aufgelösten zu erklären suchte, in neuerer Zeit aber als die Wirkung einer galvanischen Kette betrachtet hat; worauf dann im dritten Abschnitte eine nähere Beleuchtung derjenigen Metallreductionen folgen wird, die als Wirkung einer galvanischen Kette aus zweien Leitern zweiter und einem Leiter erster Klasse erklärt worden sind, wovon uns Buchholz die ersten und glänzendsten Erscheinungen mit dem salzsauren Zinn bezeichnet hat. Die genauere Erforschung der Umstände, unter welchen Metallreductionen durch galvanische Ketten von zweien festen und einem flüssigen Körper hervorgebracht werden, soll in dem vierten Abschnitte das Ganze beschliefsen.

Erster Abschnitt.

Ueber die Wirkung des Zinks auf die Pflanzenfarben.

Die Versuche von Jäger sind im Wesentlichen folgende:

1. Wird ein benetztes Kurkumapapier auf eine Zinkplatte gelegt: so erhält es orangerothe Flecken, mit gelben unveränderten Zwischenräumen. Die gefärbten Flecke entsprechen den blank gebliebenen, nicht

*) Gilbert's Annalen der Physik Bd. XI. S. 288.



oxydirten Stellen des Zinks, so wie die unverändert gebliebenen den oxydirten Stellen des Zinks.

Diese Farbenveränderung des Kurkumapapiers ist genau dieselbe, welche ein schwaches Laugensalz erzeugt.

2. Auf Lakmuspapier hingegen entstehen unter diesen Umständen rothe Flecke mit unveränderten Zwischenräumen, welche den gelb gebliebenen Stellen des Kurkumapapiers und den oxydirten des Zinks entsprechen. Doch ist auf Lakmus die Wirkung weit schwächer als auf Kurkuma.

3. Beide Farbenveränderungen entstehen zu gleicher Zeit, wenn man auf eine Zinkplatte Lakmus- und Kurkumapapier übereinander, und zur Verhütung, daſs die Farben nicht zusammenflieſsen, weiſses Papier dazwischen legt. Man sieht dann besonders deutlich, daſs die rothen Flecke des Lakmuspapiers genau die Stelle und Figur der gelb gebliebenen des Kurkumapapiers und der oxydirten des Zinks haben, so wie die unverändert gebliebenen Stellen des Lakmuspapiers genau den gerötheten des Kurkumapapiers und den blank gebliebenen des Zinks entsprechen.

Hierdurch nun sieht sich Jäger zu dem Schlusse berechtigt, daſs bei der Oxydation des Zinks sich zugleich eine Säure und ein Laugensalz an verschiedenen neben und zwischen einander liegenden Stellen bilden, und zwar die Säure wahrscheinlich da, wo der Zink oxydirt wird.

Daſs die organische Substanz der Pflanzenfarben oder des Papiers keinen Einfluſs auf diese Erscheinung habe, sucht der Verfasser durch mehrere Versuche zu beweisen, worunter wir den 9ten als den überzeugendsten anführen wollen, nach welchem eine Zinkstange dem reinen Wasser, mit welchem es in verschlossenen Gefäſsen lange Zeit in Berührung war, die Eigenschaft mittheilt, den Aufguſs der Herbstrose grünlich zu färben. Wenn nun in diesem Falle nur die alkalische Wirkung, nie aber die der Säure, zum Vorschein kommt, so sucht dies Jäger dadurch zu erklären, daſs die in geringer Menge entwickelte Säure (denn in der That ist die Reaction der Säure in 2 und 3 weit schwächer als die alkalische) in einem Fluido, das allen in ihm enthaltenen Stoffen eine freie Bewegung gestattet, von dem Laugensalze gesättigt wird, und nun bloſs der Ueberschuſs des letztern sichtlich reagirt.

Nachdem Jäger ferner angegeben hat, dafs von allen diesen Wirkungen des Zinks auf die gefärbten Papiere sich auch nicht eine Spur zeige, wenn man das Gold auf dieselbe Weise mit ihnen in Berührung bringt, so wird im 10ten Versuch folgendes dargethan. Wenn auf eine Zinkplatte nasses Lakmus- und Kurkumapapier über einander geschichtet, und auf das letzte Papier ein Goldstück gelegt wird, welches in metallischer Berührung mit dem Zink steht, „so entsteht auf dem Kurkumapapier ein hochrother „Rand um das Goldstück herum, und die ganze Fläche unter dem Goldstück „wird erst hochroth, dann weifs und völlig farbenlos. Zugleich entsteht auf „dem Lakmuspapier ein rother dem Goldstück entsprechender Discus. Legt „man umgekehrt das Kurkumapapier auf den Zink und das Lakmuspapier „unter das Gold, so wird ersteres beinahe gar nicht, wenigstens nicht in der „Mitte gefärbt, und letzteres bekömmt einen weifsblauen Discus und höch„stens an den Ecken einige rothe Flecken. — — — Die Fläche des Zinks „wird bei diesen Versuchen ohne Schlangenfiguren zusammenhängend und „gleichförmig oxydirt." Weiterhin zeigte ihm sein 16ter Versuch, dafs, wenn Gold und Zink, zwischen welchen nasse Papiere auf die im 10ten Versuche angegebene Weise liegen, nicht mit einander metallisch verbunden sind, die bei diesem Versuche wahrgenommenen Erscheinungen auch nicht erfolgen, und überhaupt selten andere, als die der Zink für sich giebt.

Da nun aus diesen Versuchen das Entstehen zweier verschiedener, in ihren chemischen Reactionen kenntlicher Stoffe bewiesen ist, die unter und neben einander auf der Fläche des mit dem feuchten Körper in Berührung stehenden Zinks sich bilden, und Volta's Versuche zeigen, dafs zu gleicher Zeit zweierlei Elektricitätszustände bei dieser Einwirkung des Metalls auf den feuchten Körper entstehen — denn er fand den befeuchteten Zink negativ elektrisch, und nirgends entsteht die eine Elektricität ohne die andere — so glaubt sich Jäger zu der Hypothese berechtigt, dafs „die in dem „Contact des Zinks mit dem feuchten Körper entstehenden Elektricitäten „aus dem letztern einen sauern und einen alkalischen Stoff abtrennen, deren „einer in der positiven Elektricität aufgelöst wird, indessen sich der andere „mit der negativen verbindet." Diesen elektrischen Auflösungen werden alsdann mehrere hypothetische Eigenschaften zugeschrieben, wodurch endlich eine genügende Erklärung der angegebenen Wirkungen der Zinkgoldkette sich ergeben soll.

Wir übergehen dies Alles mit Stillschweigen, weil das bereits Angeführte, verbunden mit den darzustellenden Versuchen, vollkommen hinreichend seyn wird, die gänzliche Grundlosigkeit dieser Ansicht darzuthun *).

Wenn wir auf den Grund sehen, durch welchen Jäger zur Annahme der aufgestellten Hypothese und zu deren noch weiterer Entwickelung sich bewogen fühlte: so finden wir ihn einzig und allein darin, weil eine alkalische und eine saure Substanz zugleich, und scheinbar von einem Körper erzeugt werden, ohne dafs beide im Stande sind sich zu verbinden, und dennoch beide Farbenveränderungen oder wenigstens eine derselben aufzuheben; gesetzt nämlich, dafs die Säure oder das Laugensalz in gröfserer Quantität zugegen wäre, als zur blofsen Neutralisation erforderlich ist. Denn wäre entweder nur das Lakmuspapier geröthet oder das Kurkumapapier gebräunt worden: so würde Jeder diese Erscheinung dem durch Einwirkung des Wassers sich bildenden Zinkoxyd zugeschrieben haben, welches in dem einen Falle die Natur eines schwachen Laugensalzes, in dem andern die einer schwachen Säure verrathen hätte; wovon das eine wie das andere mit unsern bisherigen Kenntnissen von den Metalloxyden sehr wohl übereinstimmen würde. Dafs aber das erzeugte Oxyd die entgegengesetzte Natur einer Säure und eines Laugensalzes habe, betrachtet man als unmöglich **); man müfste demnach eines von beiden von dem organischen Körper, dem Papier oder der farbigen Substanz herleiten; dagegen nun spricht der Versuch, nach welchem Zink dem reinen Wasser dieselbe Eigenschaft mittheilt ***); daher sah Jäger sich bewogen, das Zinkoxyd ganz unbeachtet zu lassen und zu den sich entwickelnden zweien Elektricitäten seine Zuflucht zu nehmen.

*) Es war mir eine sehr erfreuliche Erscheinung, dafs Jäger in einem in den letzten Heften der Gilbertschen Annalen erschienenen Aufsatz, über trockene Säulen, dieses von ihm entworfene hypothetische Gebäude selbst aufgegeben zu haben scheint.

**) Obgleich ein Beispiel dieser Art schon längst bekannt ist, nämlich die Auflösung des weifsen Arsenikoxyds im Wasser, welche die Lakmustinktur röthet und den Veilchensyrup grün färbt. Gewifs wird dies auch mit mehreren Körpern der Fall seyn, wenn sie in dieser Hinsicht näher geprüft würden.

***) Streng genommen wird nach Jäger in diesem Falle dem Wasser nur eine alkalische Eigenschaft mitgetheilt; aber wir wollen die Voraussetzung desselben als richtig annehmen, dafs die zugleich entstehende schwache Säure von dem Laugensalze neutralisirt und vernichtet wird, und dafs nur das letztere, in so weit von demselben Ueberschufs vorhanden ist, sich wirksam zeigt.

Aus Versuchen, welche ich über diese Farbenveränderungen angestellt habe, haben sich folgende Resultate ergeben:

1. Feuchtes Lakmus- und Kurkumapapier erleiden, auf Zink gelegt, genau die von Jäger angegebenen Veränderungen. Dagegen bleiben sie unverändert auf Platin, Gold, Silber, Kupfer *), Zinn und Blei; nur Eisen bringt eine ähnliche Färbung hervor.
2. So bedeutend und unbezweifelt aber auch die Wirkung beim Kurkumapapier ist: so schwach und unsicher ist sie beim Lakmuspapier. Denn nach der verschiedenen Beschaffenheit desselben erscheinen oft die rothen Flecken nicht anders, als ob an diesen Stellen die Farbe gleichsam abgespült worden wäre, indefs an den andern Stellen das Blau weit gesättigter geworden ist, als es vor der Einwirkung des Zinks war. Ja, wenn das Lakmuspapier noch so schwach geröthet ist, so bleiben nicht nur die rothen Flecken ganz weg, und es kommen blaue zum Vorschein (welches auch Jäger a. a. O. S. 294 beobachtet hat), sondern aufser diesen blauen Flecken verlieren auch die andern Stellen von ihrer rothen Farbe, und nähern sich der blauen, so dafs in vielen Fällen das Lakmuspapier statt der Wirkung einer Säure nur die eines Laugensalzes anzeigt.
3. Wird Zink in Wasser gesetzt: so erhält das letztere nach einiger Zeit die Eigenschaft, als eine schwache Säure zu wirken, indem es das Lakmuspapier schwach röthet; nach längerer Zeit hingegen wirkt das Wasser wie eine schwache Laugensalzauflösung **), indem es das geröthete

*) Wenn die Verdunstung des nassen Kurkumapapiers sehr langsam geschieht, dann wird es durch das Kupfer etwas bräunlich gefärbt, aber nicht fleckenweise, sondern gleichförmig auf der ganzen Oberfläche, wie auch Berzelius beobachtet hat. S. Gilbert's Annalen Bd. 27. S. 318. Noch deutlicher ist die alkalische Wirkung des Kupfers auf Papier, das mit Herbstroseinfusum gefärbt ist, welches überhaup ein sehr empfindliches Reagens auf Laugensalze ist.

**) Diese auflösende Wirkung des Wassers auf den Zink äufsert sich sehr sichtbar dadurch, dafs es an einzelnen auseinander liegenden Stellen angefressen wird, und das gebildete Oxyd sich als ein weifser Kranz um die angefressenen schwarz erscheinenden Punkte anlegt.

Uebrigens mufs auch angeführt werden, dafs ich zu diesem Versuche gewöhnliches destillirtes Wasser genommen habe, ohne es vorher auszukochen (weil es auch in dieser Art mit den gefärbten Papieren auf das Zink angewendet wird). Woher es wohl kommen mag, dafs ich die Wirkung einer schwachen Säure bemerkt habe, welche Jäger niemals gefunden zu haben angiebt?



röthete Lakmuspapier blau und das Herbstrosenpapier grün färbt. Auf Kurkumapapier bringt es jedoch keine Veränderung hervor.

4. Das Zinkoxyd löst sich in geringer Menge im Wasser auf, und theilt demselben die angegebene schwache alkalische Eigenschaft mit.
5. Zinkoxyd unmittelbar mit dem nassen gefärbten Papier in Berührung gebracht, wirkt stark alkalisch. Es verwandelt nämlich die blaue Farbe des Herbstrosenaufgusses in die grüne, die des Kurkumapapiers in die röthlich braune, und die des gerötheten Lakmuspapiers in die blaue.
6. Diese alkalische Wirkung des Oxyds ist demnach weit stärker als die des Wassers worauf Zink gewirkt hat, oder worin etwas Zinkoxyd aufgelöst ist.

Aus diesem Allen glauben wir uns zu dem Schlusse berechtigt, dafs die Farbenveränderungen, welche der Zink hervorbringt, gröfstentheils und wesentlich von dem gebildeten Oxyde herrühren. Die (scheinbare) Röthung des Lakmuspapiers aber hat, so wie die fleckenweise Färbung der beiden gefärbten Papiere, und das scheinbare Nebeneinanderbestehen einer alkalischen und sauren Substanz, ohne eintretende Neutralisation, einzig und allein in dem verschiedenartigen und nicht gleichzeitigen Verdünsten und Trocknen der verschiedenen Stellen des Papiers seinen Grund. Die Sache verhält sich nämlich so. Durch die mehr oder weniger unebene Fläche des Zinks *) und des nassen Papiers legt sich das letztere an der einen Stelle mehr als an der andern an; der Zink wird daher an der einen auch früher oxydirt als an der andern. Durch diese Bildung des Oxyds nimmt auch die Adhäsion des Papiers an diesen Stellen immer mehr zu, während es an den übrigen Stellen sich immer mehr von dem Zink gleichsam ablöst. Das gebildete Zinkoxyd wirkt nun alkalisch, aber die Wirkung äufsert sich vorzüglich an den vom Zink gelösten Stellen des Papiers, weil hier die Verdunstung des Wassers weit besser als an den mit Zink verbundenen Stellen von Statten geht (wie es überhaupt bei der Einwirkung einer sehr schwachen Laugensalzauflösung auf Kurkumapapier der Fall ist, dessen Farbenveränderung nur während des Trocknens sichtbar wird). Aber nicht nur die Auflösung des Zinkoxyds zieht sich an diese Stellen hin, sondern auch die Farbe des Papiers selbst, wie man bei allen aufgelösten Substanzen sehen kann, dafs sie sich, während der Verdunstung ihres Auflösungsmittels, nach den Rän-

*) Siehe die vorhergehende Anmerkung.

dern des Papiers hinziehn. Beim Kurkumapapier ist dies zwar nicht leicht wahrzunehmen, aber desto deutlicher beim Lakmuspapier, dessen Farben sich von den mit dem Zink adhärirenden Stellen nach den davon gelösten hinzieht. Die gerötheten Stellen des Lakmuspapiers haben daher im Allgemeinen ihre scheinbare rothe Farbe nur von der Schwächung ihrer blauen Farbe erhalten; wie denn auch in der That das einmalige Bestreichen des Papiers mit Lakmustinktur demselben eine violetrothe Farbe mittheilt, während es beim zweiten Male blau wird. Doch wirkt auch der Zink, wie wir (Vers. 3.) gesehen haben, indem er sich oxydirt, als eine sehr schwache Säure, und diese kann die rothen Flecke mit bewirken.

Aus dem Angegebenen erhellt zugleich, warum die gerötheten Flekken des Lakmuspapiers den gelbgebliebenen des Kurkumapapiers und den angegriffenen des Zinks, so wie die gerötheten des Kurkuma den blaugebliebenen, oder richtiger den noch blauer gefärbten des Lakmus, und den blank gebliebenen des Zinks, in der Form und Gestalt genau entsprechen.

Daſs aber, durch die fleckenweise Statt findende Oxydation des Zinks, das Papier auch an den einen Stellen mehr als an den andern anliegt, also auch an den einen früher als an den andern trocknet, und daher die laugensalzige und scheinbar saure Färbung durch und neben einander sich darstellen kann, davon werden wir in der Folge den Beweis führen.

Ich komme nun zur nähern Prüfung der von Jäger dargestellten Farbenveränderungen durch Einwirkung der Zinkgoldketten, und führe aus mannigfaltigen Beobachtungen, welche ich über diesen Gegenstand angestellt habe, der Kürze wegen nur folgende Resultate an:

7. Bei Einwirkung einer Kette aus einer Zink- und einer Kupferplatte, zwischen welchen Lakmus- und Kurkumapapier (mit dazwischen gebrachtem weiſsen, zur Verhütung des Zusammenflieſsens der Farben) gelegt worden, fand ich zwar Jäger's Angaben 1 und 2 bestätigt; doch zeigte sich auch öfters die Röthung des Kurkumapapiers auf dem Rande der Scheibe, deren Mitte gelb, manchmal auch weiſs war, während auf dem Lakmuspapier ein rother Diskus entstand, welcher von einem blauen Rande umgeben war, wenn die beiden Metallplatten nicht in metallischer Berührung waren, keinesweges also in Folge galvanischer Wirkung.

8. Diese zusammenhängende Färbung findet selbst dann Statt, wenn die auf Zink geschichteten gefärbten Papiere mit einer Glasscheibe belegt



werden. Immer ist eine zusammenhängende peripherische Röthung des Kurkumapapiers wahrzunehmen, dessen inneres Rand ungefärbt oder zum Theil entfärbt ist; während das Lakmuspapier nach innen ein röthliches Rand zeigt, welches von einer Peripherie umgeben wird, deren Farbe nur blauer erscheint als vor der Einwirkung.

9. Wird die Kette dergestalt construirt, daſs auf zwei neben einander liegende sich berührende Platten von Zink und Kupfer die gefärbten Papiere so gebracht werden, daſs das eine auf dem Zink, das andere auf dem Kupfer zu liegen kommt, und beide durch einen Streifen weiſses Papier verbunden sind: so erfolgt die Wirkung immer nur auf das den Zink berührende Papier, das auf dem Kupfer liegende bleibt dagegen unverändert, die oben angegebene unbedeutende dunklere Färbung des Kurkumapapiers allein ausgenommen. Auch ist dann die Farbenveränderung auf dem Zink nicht mehr fleckenweise, sondern nach den Rändern zusammengeflossen; welches besonders dann der Fall ist, wenn der weiſse Papierstreifen (die leitende Verbindung) auf der Mitte der gefärbten Papierscheibe, welche mit dem Zink in Berührung ist, liegt; welche Erscheinung den Grund offenbar darin hat, daſs da, wo der nasse Papierstreifen das gefärbte Papier berührt, die Verdunstung verzögert und verhindert wird; daher sich die Wirkung des Zinks zuerst und vorzüglich an den Rändern zeigt.

10. Den sichersten Beweis von der Richtigkeit dieser Ansicht über den Einfluſs der Verdunstung, oder wenigstens von der Unabhängigkeit dieser Erscheinung von jeder galvanischen Einwirkung, giebt die Beobachtung, daſs jeder feste Körper, auf die Mitte des gefärbten Papiers gesetzt, die Einwirkung des Zinks von der Mitte nach der Peripherie hinleitet.

11. Noch deutlicher ist diese Erscheinung (daſs nämlich alle Wirkung des Zinks von innen nach den äuſsern Rändern hingeleitet wird) wenn das gefärbte Papier auf eine ebene Glasscheibe gelegt und mit einem dünnen Zinkblatte bedeckt wird, welches, um ganz fest anzuliegen, mit einigen Metallplatten beschwert werden kann. Endlich

12. geschieht gar keine deutliche Färbung, wenn die Zinkplatte bedeutend erwärmt wird, und umgekehrt, wenn bei niedriger Temperatur eine verhältniſsmäſsig kleine Papierscheibe entweder zwischen zwei gro-

ſsen Zinkplatten, oder zwischen einer Zinkplatte und einer Glasscheibe gelegt wird.

Die Erklärung der von Jäger angeführten Erscheinungen ist nunmehr durch das Angegebene von selbst klar, und es bedarf keiner weitern Erörterung, um darzuthun, daſs sie dem Wesen nach durchaus unabhängig von galvanischer Einwirkung sind. Denn, daſs da, wo, auſser der Wirkung des Zinks, auch noch die der galvanischen Kette eintritt, diese Farbenveränderungen schneller und bedeutender sich zeigen, erklärt sich daraus, weil alsdann mit der Oxydation des Zinks auch die Zersetzung der in dem Papier etwa enthaltenen Salze *) bedeutend wird, deren Grundlagen nun die alkalische Wirkung des Oxyds (und von dieser kann vorzüglich nur die Rede seyn) bedeutend erhöhn.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Reduction einer Metallauflösung durch ein anderes Metall.

Die längst bekannte regulinische Darstellung eines Metalles aus seiner Auflösung durch das Hineinsenken eines andern Metalls wurde bisher aus der nähern Verwandtschaft des Metalls zum Sauerstoff (nach der phlogistischen Ansicht, aus der nähern Verwandtschaft des Metalls zum Phlogiston) erklärt. So wird nach dieser Ansicht das Silber aus seiner Auflösung durch Quecksilber, Kupfer, Blei u. s. w. regulinisch ausgeschieden, weil diese Metalle eine nähere Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, als das Silber. Quecksilber ferner wird durch Kupfer, Blei, Eisen, Zink reducirt, weil diese mit dem Sauerstoff näher als das Quecksilber verwandt sind. Jedes Metall endlich wird durch ein leichter oxydirbares, niemals aber ein leichter oxydirbares durch ein für die Oxydation weniger empfängliches reducirt. Also niemals Quecksilber durch Silber, Kupfer durch Quecksilber, Blei durch Kupfer u. s. w.

*) Aus Versuchen, welche ich bereits im Jahre 1811 angestellt habe, scheint in der That jedes Papier, auch das ungeleimte, etwas Kochsalz, oder wenigstens ein salzsaures Salz, zu enthalten.



Nachdem man aber mit der reducirenden Kraft der galvanischen Kette vertrauter geworden war, glaubten einige Naturforscher, namentlich Sylvester,*) und v. Grotthuſs **), diese Reduction nicht als die Folge chemischer Verwandtschaft, sondern als ein Produkt der unter diesen Umständen sich bildenden einfachen galvanischen Kette betrachten zu müssen, hauptsächlich auf Veranlassung der krystallinischen Form, welche die reducirten Metalle annehmen. Denn wenn z. B. ein Zinkstab in eine Bleiauflösung gesteckt wird, so schlägt sich anfangs unmittelbar an dem Zink das ausgeschiedene Blei nieder, in der Folge aber legt es sich nicht an dem Zink selbst, sondern an dem bereits dargestellten Blei in baumähnlichen Verzweigungen an.

Hiebei nimmt man nun, nach der erwähnten Ansicht, die Bildung der ersten Bleiblättchen als Wirkung der chemischen Verwandtschaft des Zinks zum Sauerstoff an; weiterhin aber, wenn einmal aus dem Zink, dem wenigen reducirten Blei und der Bleiauflösung die galvanische Kette gebildet ist, werde die Reduction des Bleies nicht mehr durch den Zink bewirkt, sondern von der Zinkbleikette, an deren negativem Metalle, dem Blei nämlich, sich das Aufgelöste metallisch anlege ***).

Als Gründe dieser Erklärungsart werden insbesondere von Hrn. v. Grotthuſs folgende angegeben:

1. Die fortdauernde Reduction könne nicht Wirkung des Zinks (d. h. seiner nähern Verwandtschaft zum Sauerstoff) seyn; denn sonst müſste das Blei auch nur da, wo ein Entziehen des Sauerstoffs Statt findet, also unmittelbar am Zink, regulinisch dargestellt werden, keineswegs aber könnte ganz entfernt vom Zink die Reduction sich in einem Anschieſsen zum Bleibaum äuſsern. Zwar könnte man annehmen wollen, es werde das Blei nur vom Zink reducirt, und sinke von da in kleinen unmerklichen Theilen herab, bis es sich an die vom Zink

*) Gehler's Journ. f. Chem. u. Phys. I. S. 539.

**) Ebendaselbst V. S. 119.

***) Nach Ritter ist diese Reduction vom Anfange an galvanischer Natur, indem jedes oxydirbare Metall durch die Erhabenheiten und Vertiefungen seiner Oberfläche das Aequivalent eines oxydirbaren und eines weniger oxydirbaren Metalls darstellt, und daher, wenn Zink in eine Bleisalzauflösung gesenkt wird, vom Anfange an eine galvanische Kette construirt ist. Da sich diese Rittersche Ansicht auf die im ersten Abschnitt in Untersuchung gezogenen Jägerschen Beobachtungen als auf die einzigen dafür sprechenden Erfahrungen stützt; so können wir sie füglich mit Stillschweigen übergehn.



entfernten Verzweigungen des Blei's ansetzt. Diese Vorstellungsart sey aber unmöglich, theils deswegen, weil der obere Theil der Flüssigkeit, welcher das Zink umgiebt, gar kein Blei mehr enthält, sondern nur essigsauren Zink, theils auch, weil dieselbe Erscheinung (nämlich das Ansetzen des reducirten Metalls an der vom Zink entfernten Verzweigung) Statt findet, wenn das Zink vom Boden aus auf die Metallvegetation einwirkt. Eben so wenig könne man annehmen, das Niederschlagen des Metalls habe in der That immer am Zink Statt, die ältere Vegetation werde aber durch die neu sich ansetzende fortgeschoben, weil, wenn man sich das Ende des letzten Metallzweigs genau merkt, man nach einiger Zeit finden wird, daſs es noch genau die alte Stelle im Glase einnimmt, und daſs sich an ihm nun neuere Zweige angesetzt haben.

2. Die gänzliche Unhaltbarkeit der bisherigen Annahme werde durch die Beobachtung bestätigt, daſs die Metallvegetation, wenn sie durch eine leichte Bewegung vom Zink abgelöst wird, nun durchaus keinen Zuwachs weiter erhält, wodurch ihr Contact mit dem Zink als wesentlich nothwendig zu ihrem Wachsthum erscheint; auſserdem aber

3. durch einen von v. Grotthuſs angestellten Versuch. v. Grotthuſs füllte nämlich eine 6 Zoll Höhe und 3 Linien Durchmesser haltende Röhre zur Hälfte mit einer concentrirten Auflösung von salpetersaurem Kupfer. Auf diese lieſs er eine, mit etwas Alkohol vermischte, und mit noch mehr Wasser verdünnte, Auflösung des salpetersauren Silbers sanft herabflieſsen, und tauchte nun in den obern Theil der Röhre, also in die Auflösung des salpetersauren Silbers, einen Cylinder von Kupfer, worauf er sogleich die Silbervegetation entstehen sah, welche nach 24 Stunden, bis zur blauen Kupferauflösung gelangt, auf den Extremitäten Kupfer niederschlug. Dabei bemerkt v. Grotthuſs auch, daſs der Kupferniederschlag auf die Silberzweige noch schneller entstand, wenn statt des Kupfers ein Zinkcylinder genommen wurde.

Ich will noch, ehe ich die Versuche anführe, welche ich über diesen Gegenstand angestellt habe, die hier angegebenen Gründe näher beleuchten. Die unter 1 und 2 angegebenen sind nicht sehr erheblich. Denn wohl kann man annehmen, daſs zwar nur das Zink durch sein Entziehen des Sauerstoffs (und der Säure) das aufgelöste Metalltheilchen regulinisch ausscheidet,

dafs dies aber, aus Krystallisationsanziehung, sich lieber an die Stelle *a* als an die Stelle *b* anlegt. Dafs man aber, wenn diese Stelle *a* bedeutend entfernt vom Zink ist, das Bleitheilchen nicht sich senken oder steigen sieht, ist eben so wenig auffallend, da man überhaupt bei jeder Kristallisation eines Salzes ein solches Wandern der Salzkrystallchen nicht wahrnimmt, welches doch Statt finden müfste, wenn z. B. auf dem Boden des Gefäfses die Krystallisation vor sich geht, und durch Verdünstung der Auflösung vorzüglich das in der obersten Schicht enthaltene Salz zur Krystallisation sich eignet. Aber, so wie man bei der Salzkristallisation annehmen kann, dafs das auf der Oberfläche der Flüssigkeit zur Krystallisation geneigte oder krystallisirte Salztheilchen, bei Berührung der darunter liegenden Schicht, sich wieder mit dem Auflösungsmittel verbindet, dadurch einem in dieser Schicht enthaltenen Salztheilchen sein Auflösungsmittel entzieht, und auf diese Weise zur Krystallisation geneigt macht, bis dieses wiederum dieselbe Wirkung auf das angränzende Salztheilchen ausübt, und so fort, bis das mit der bereits gebildeten Krystallisation oder mit der zur Krystallisation am besten geeigneten Stelle in unmittelbarer Berührung stehende Salztheilchen seines Auflösungsmittels beraubt wird, und sich krystallinisch anlegt: so kann man auch dasselbe bei der Reduction der Metalle annehmen, so dafs sich in der That nicht das durch den Zink seines Sauerstoffs und seiner Säure beraubte Metalltheilchen an die gebildete und vom Zink entfernte Vegetation anlegt, sondern das mit dem Ende der Verzweigung in unmittelbarer Berührung stehende, und durch Austausch seiner Bestandtheile, seines Sauerstoffs und seiner Säure beraubte Metallsalztheilchen. Will man aber diesen eben bezeichneten Procefs, dieses immerwährende Trennen und Verbinden des Bestandtheile, nicht mehr als einen chemischen durch krystallinische Anziehung in der angegebenen Art sich gestaltenden gelten lassen, sondern einen galvanischen nennen: so müfste man einen solchen bei jeder Salzkrystallisation annehmen, bei welchem sich die drei Glieder der Kette schwerlich möchten nachweiren lassen, und der Gegenstand fiele dann aufserhalb der Gränzen dieser Untersuchung.

*) Wollte man hingegen den Grund dieser Erscheinung mit dem Namen Krystallelektricität belegen: so hätte ich an und für sich nichts gegen diese Benennung, sobald man einen klaren und bestimmten Begriff damit verbinden, und die Krystallelektricität als keine *qualitas occulta* betrachten wollte, durch welche man Alles und Jedes erklären zu können glaubt.

Aus dem Gesagten erklärt sich dann auch von selbst schon die Beobachtung, von welcher Grotthuſs seinen zweiten Beweisgrund für die aufgestellte Ansicht hergenommen hat. Was dagegen den dritten Beweisgrund von Grotthuſs anbetrifft: so lieſse sich gegen diesen durchaus nichts anführen, wenn die Kupferauflösung wirklich durch das Silberbäumchen reducirt werden könnte, das früher durch Kupfer (und nicht durch Zink) gebildet worden ist. Denn dann könnte es durchaus nicht nach den bisherigen Erfahrungen als Folge chemischer Action, sondern müſste als die der galvanischen Kupfersilberkette angesehen werden.

Nach diesen Bemerkungen komme ich zu den eigenen Versuchen in dieser Sache. Was daraus sich ergiebt, ist Folgendes.

1. Wenn die Metallauflösung, hinreichend mit Wasser verdünnt, in einem engen Gefäſse ist, und der Zinkstab von geringer Masse in die Flüssigkeit getaucht wird: so wird die Metallvegetation dadurch vorzüglich begünstigt, d. h. das Metall stellt sich in breiten Blättern mit vollkommenem Metallganz dar, die immer mehr von dem Zink sich entfernen und in die Flüssigkeit sich hineinziehn. Ist hingegen die Flüssigkeit concentrirt in einem weiten Gefäſse, oder wird ein dicker Zinkstab hineingesenkt: so legt sich das reducirte Blei nur um und an den Zink in kurzen Fäden an, ohne eine Verzweigung zu bilden.

2. Wird ein Zinkblatt mit einer sehr dünnen Spitze in die Bleiauflösung gesenkt, und ist die Röhre, worin diese enthalten ist, nicht gar zu eng (von ½ Zoll Weite): so entsteht anfangs eine kleine Verzweigung, welche aber bald aufhört, und ungeachtet der vorhandenen Bleiauflösung nicht mehr fortwächst. Der Grund hievon kann einzig und allein der seyn, daſs unter diesen Umständen, nach kurzer Zeit, die in die Bleiauflösung gesenkte Spitze des Zinkblatts, statt mit essigsaurem Blei, mit essigsaurem Zink umgeben ist, wo dann der Zink nicht mehr wirken kann, so daſs füglich kein Blei weiter reducirt wird. Eine enge Röhre hingegen wirkt als ein Haarröhrchen, und verhindert durch das Aufströmen der Flüssigkeit, daſs das gebildete essigsaure Zink sich nicht über dem essigsauren Blei abgesondert darstellen kann *).

3. Noch

*) In der oben angegebenen Stelle aus des Hrn. v. Grotthuſs Abhandlung wird zwar geäuſsert, es sey in dem obern Theil der Flüssigkeit (nachdem der Zink einige Zeit gewirkt



3. Noch auffallender ist diese Wirkung, wenn die Bleiauflösung in einem weiten Gefäfse enthalten ist, und man ein zugespitztes Zinkblatt in die Mitte und ein anderes in den capillären Raum der Flüssigkeit einsenkt. An dem ersten wird eine sehr unbedeutende Reduction Statt finden, welche nach kurzer Zeit ganz aufhört, indefs an dem zweiten eine schöne immer weiter sich ausbreitende Vegetation erfolgt; wobei denn auch klar ist, dafs, wenn schon das Anlegen der Vegetation an die Wände des Glases einen günstigen Einflufs auf den Wachsthum desselben bei dem zweiten Zinkblatte haben mag, dieses doch nicht die alleinige Ursache seyn kann.

4. Werden zwei Stäbe, ein Zinkstab und ein Bleistab, in eine Auflösung des essigsauren Bleies eingesenkt; so erfolgt, wenn die Metalle sich aufserhalb der Flüssigkeit berühren, durchaus nur am Zink, nicht aber am Blei eine Reduction. Dasselbe ist auch der Fall, wenn der Zink mit Silber, Gold und Platin in die Auflösung des Bleisalzes getaucht wird. Bei den letzten Metallen wirkt jedoch die Kette Zinkplatin so mächtig, dafs das Blei sich nach einiger Zeit, aufser am Zink, auch am Platindrath anlegt, obgleich dies, der Quantität nach, sehr unbedeutend ist.

5. Mächtiger noch ist die Wirkung dieser Ketten, wenn die Berührung der beiden Metalle innerhalb der Flüssigkeit ist (Ketten ohne Zwischenraum); aber auch dann geschieht dennoch anfangs das Anlegen des reducirten Bleies nur am Zink, und dies dauert so lange, bis der ganze Theil desselben von der Spitze an damit belegt ist, und nun das reducirte Blei den Berührungspunkt des zweiten Metalles (Blei, Silber, Gold) erreicht hat; dann legt es sich an diesem Metalle an, aber zugleich und in reichlicher Menge auch am Zink.

6. Wird über essigsaures Blei eine mit Wasser verdünnte Auflösung des essigsauren Zinks geschichtet, und in den essigsauren Zink ein Zinkstab, an dessen Spitze ein Bleiblättchen befestigt ist, so gesenkt, dafs das Blei eben nur die Oberfläche des essigsauren Blei's berührt: so geschieht lange keine Wirkung. Erst nach Einer oder mehreren

hat) kein Blei mehr enthalten, sondern nur essigsauren Zink; aber wir glauben aus dem Grunde diese Angabe unberücksichtigt lassen zu dürfen, weil v. Grothufs dies nur hypothetisch voraussetzt, sich aber nicht durch einen Versuch davon überzeugt hat, wie wir vom Gegentheil.

Stunden sieht man die Bleireduction erfolgen, aber nicht am Blei, oder wenigstens nicht am Blei allein, sondern auch am Zink. Zugleich aber kann man deutlich wahrnehmen, daſs die beiden Flüssigkeiten gröſstentheils in einander geflossen sind, und daſs demnach das Zink mit essigsaurem Blei umgeben ist *).

7. Endlich wurde auch noch der Versuch des Hrn. v. Grotthuſs wiederholt, aus welchem sich der bündigste Beweis für die galvanische Ansicht ergeben hatte, wobei die Vorschriften des Urhebers genau beobachtet wurden. Das Resultat war verschieden, je nachdem das salpetersaure Kupfer und das darüber geschichtete salpetersaure Silber vollkommen neutral war, oder einen Ueberschuſs von Säure hatte. Im ersten Falle wurde durch das Kupfer, welches in die Silberauflösung gesenkt wurde, ein Silberbäumchen gebildet, woran sich keine Spur von Kupfer zeigte. Im letztern Falle, und besonders wenn das salpetersaure Kupfer einen Ueberschuſs an Säure zeigte, wurde an die Verzweigung des Silberbäumchens, wenn sie die Kupferauflösung erreicht hatte, auch etwas reducirtes Kupfer angesetzt. Der Grund davon liegt darin, weil alsdann der Fall eintritt, wovon wir im nächsten Abschnitte handeln werden. Es wirkt nämlich das Kupfer auf zwei über einander geschichtete, in verschiedenem Grade concentrirte und mit einem Ueberschuſs von Säure versehene Kupferauflösungen. Die Reduction des Kupfers am Silberbäumchen ist daher nicht Wirkung der galvanischen Kupfersilberkette, sondern einer Kette von zweien flüssigen und einem festen Leiter (zu deren Wirkung, wie wir bald sehen werden, ein Ueberschuſs von Säure nöthig ist), und das Silberbäumchen dient nur als Verlängerung des Kupferdraths. Wird hingegen statt des Kupfers Zink genommen, so erfolgt die Reduction des

*) Es ist bei diesem Versuch durchaus nöthig, daſs das mit dem Zink verbundene Blei nur in den obern Theil des essigsauren Blei's gesenkt wird. Denn reicht es tiefer hinein: so erfolgt freilich Reduction, aber aus dem Grunde, weil hier der Fall eintritt, den wir in dem nächstfolgenden Abschnitt abhandeln werden, indem eine Kette gebildet wird, welche aus zwei Flüssigkeiten (einer gesättigten und verdünnten Bleiauflösung) und einem festen Körper (dem Bleidrath) zusammengesetzt ist. Uebrigens versteht es sich von selbst, daſs der angegebene negative Erfolg und Versuch 2, 3, 4 und 6 nur während einer bestimmten Zeit, etwa von einigen Stunden, Statt finden kann. Denn nach längerer Zeit sind die über einander geschichteten Flüssigkeiten in einander geflossen, so daſs in der obern Flüssigkeit auſser dem essigsauren Zink auch essigsaures Blei enthalten ist, und nunmehr erfolgt, wie natürlich, die Reduction des Bleies.

Kupfers am Silberbäumchen immer und in höherem Grade, weil nämlich der Zink nicht bloſs mit der Silberauflösung, sondern nach einiger Zeit auch mit der des Kupfers in Berührung kommt, welche er auch im neutralen Zustande reducirt. Nach diesem Allen glaube ich, daſs die regulinische Darstellung der Metalle aus ihren Auflösungen durch ein anderes Metall nach wie vor als Wirkung der chemischen Verwandtschaft zu betrachten sey, und daſs diese Erscheinungen, der Ursache nach, nicht von den andern chemischen, z. B. von dem Niederschlagen der in Säuren aufgelösten Erden durch die Laugensalze, getrennt werden können. Eine tiefere Erörterung hierüber werden wir erst nach vorausgeschickter Untersuchung über die Metallreductionen durch die bekannten galvanischen Ketten am Schlusse dieser Abhandlung zu geben im Stande seyn, und glauben aus diesem Grunde uns hier die Mühe ersparen zu können, auch die einzelnen angegebenen Erscheinungen nachzuweisen, woraus die Richtigkeit der einen Ansicht, welche die chemische Verwandtschaft, und das Unhaltbare der andern, welche die galvanische Kette als Grund der in Rede stehenden Metallreduction betrachtet, überzeugend hervorgeht.

Dritter Abschnitt.

Von der regulinischen Ausscheidung der Metalle aus ihren Auflösungen durch ein und dasselbe Metall, welches sowohl in der Auflösung enthalten ist, als auch mit ihr in Berührung gebracht wird.

Man kannte schon lange diejenigen Ketten, welche aus zwei specifisch verschiedenen Flüssigkeiten und einem festen Leiter zusammen gesetzt sind, in Rücksicht ihrer physiologischen Wirkung. Man hatte sogar bereits versucht, sie zur galvanischen Säule zusammen zu setzen, und die Wirkung derselben, sowohl in physiologischer als chemischer Hinsicht, sehr bedeutend gefunden. Noch immer aber war, auſser der Oxydation, keine chemische Erschei-

nung dieser Kette bekannt, als Buchholz (im Sept. 1804) zuerst seine Reduction des salzsauren Zinnes durch das in der Auflösung vorhandene metallische Zinn bekannt machte, welche von ihm nur auf eine sehr gezwungene und unnatürliche Weise aus chemischen Gesetzen erklärt werden konnte *), von Ritter hingegen bald (zu Anfange des Jahrs 1805) als die Wirkung einer galvanischen Kette aus zwei Leitern zweiter und einer erster Klasse erkannt wurde. Ritter's Ansicht wurde allgemein angenommen, da er die Richtigkeit derselben, sowohl aus den nähern Umständen, als auch aus den Bedingungen dieser Zinnreduction, in einer durch viele Versuche begründeten umständlichen Abhandlung **) bewiesen hatte.

Doch verdient bemerkt zu werden, was Ritter am Schlusse seiner angestellten Versuche sagt ***). „Sich gegenseitig zu erklären," heifst es wörtlich, „sind derselben gewifs nicht genug, wohl aber um sie dem Ge„biete zu vindiciren, in welches jenes (das Buchholzische Phänomen) ge„hörte, dem Galvanismus." Und dazu die Anmerkung: „Es fehlen dazu noch „die Versuche, über das Verhalten anderer Metalle als Zinn in den vo„rigen Ketten, über das genau verglichene Verhalten von Zinnauflösung je„der Art und jedes Grades der Concentration u. s. w. zu Zinn und andern „Metallen, ohne alle Kette u. s. w." Zugleich kündigt Ritter diese noch rückständigen Versuche als angefangen an, und verspricht, sobald sie vollständig beendigt seyn würden, sie mitzutheilen und mit den frühern zu einem Ganzen zu verarbeiten. Inzwischen hat Ritter dieses Versprechen der Hauptsache nach nicht erfüllt. Zwar erschien nach Verlauf von mehr als einem Jahre eine sehr umständliche Verarbeitung seiner ersten Versuche mit dem salzsauren Zinn †), aber ohne auch nur einen einzigen der von ihm selbst als nothwendig anerkannten Versuche angestellt zu haben, oder wenigstens bekannt zu machen. Er entschuldigt sich hierüber mit den Worten: „Ich gab in der Note an, was hiezu fehlte, und hatte dort noch einige „Hoffnung, Zeit zu gewinnen, die nöthigen Versuche noch nachzuholen. Da „indefs jene mit dieser immer beschränkter wird, so will ich gegenwärtig „einen neuen Weg einschlagen, auf dem ich dennoch die gedachte Schuld

*) Gehler's Journ. der Chemie, Bd. III. S. 433.

**) Ebendas. Bd. IV. S. 253.

***) Das. S. 277.

†) Gehler's Journ. für Ch. u. Phys. Bd. I. S. 389.

„Schuld abzuführen gedenke." Dagegen hat Buchholz im Jahre 1808 einen Theil der von Ritter angegebenen Versuche mit andern Metallauflösungen als der des Zinns angestellt *), woraus das Resultat hervorging, daſs auſser dem salzsauren Zinn auch die Auflösungen anderer Metalle, namentlich des Silbers, Kupfers und Bleies, wenn nämlich über dergleichen concentrirte Auflösungen Wasser geschichtet, und sodann durch beide über einander stehende Flüssigkeiten ein Stab desselben Metalls, als in der Auflösung enthalten ist, gesenkt wird, die regulinische Ausscheidung des aufgelösten Metalls zu bewirken im Stande sind.

Ich will nunmehr auch hier, ehe ich die Resultate meiner eigenen Versuche aufstelle, zuvörderst die Gründe prüfen, durch die man sich bewogen fühlte, diese Erscheinungen aus dem Gebiete der Chemie zu reiſsen und in das des Galvanismus zu versetzen. Es ist aber der erste und Hauptgrund der, daſs sie sich nach chemischen Principien nur sehr schwer, nach galvanischen hingegen leicht und natürlich erklären lassen. Auſserdem ist ein zweiter Grund, daſs sie nur unter Bedingungen Statt finden, welche wir zur Darstellung galvanischer Ketten als unumgänglich nöthig erkannt haben. Hier ist nun zunächst so viel klar, daſs der erste Grund für sich allein nicht entscheiden kann, weil die oft einseitig und aus beschränktem Gesichtspunkte beurtheilte Leichtigkeit und Natürlichkeit einer Erklarungsweise für die Wahrheit derselben nicht immer sichere Bürgschaft leistet, wie man durch viele Hypothesen der ältesten und neuesten Physiker darthun könnte. Was aber den zweiten Grund betrifft: so hat zwar Ritter mehrere Umstände hervorgehoben, die zum Gelingen dieser Reduction absolut nöthig sind, und die zugleich zur Construction derjenigen galvanischen Ketten erfordert werden, welche aus zwei Leitern zweiter und einem erster Klasse zusammen gesetzt sind; dabei aber hat er andere unbeachtet gelassen, die ebenfalls zur Darstellung dieser Metallreduction nöthig sind, ohne daſs sie in einer Beziehung zur galvanischen Kette stehen. Allerdings spricht nämlich für das Daseyn galvanischer Thätigkeit das nothwendige Uebereinanderschichten der Zinnauflösung mit Wasser, da das Zinn nach Ritter's Versuchen (ohne diese Schichtung) in keiner Zinnauflösung, sie mag gesättigt oder nicht gesättigt, concentrirt oder verdünnt seyn, eine Reduction bewirkt. Auch das gleich-

*) Gehler's Journ. für Chem. u. Phys. Bd. V. S. 127. Früher hat jedoch Bünger auf eine Kupferreduction aufmerksam gemacht, welche ganz auf dieselbe Weise wie die Buchholzsche Zinnreduction erfolgt ist. S. G. allgem. Journ. der Chem. Bd. IV. S. 444.

zeitige Oxydiren des Zinnstabs an der einen Stelle, und das Reduciren des aufgelösten an einer andern, scheint eine galvanische Kette zu verrathen. Dagegen ist aus der Natur galvanischer Ketten nicht zu erklären, warum zum Erfolg der Reduction durchaus vorausgesetzt wird, daſs entweder die Zinnauflösung, so wie überhaupt jede andere Metallauflösung, freie Säure enthalte, oder aber dem darüber geschichteten Wasser Säure zugesetzt werde, wie es sowohl durch die Versuche von Ritter, als auch und noch mehr durch die von Buchholz bewiesen ist *), da doch die galvanische Action schon bei vollkommener Sättigung der Auflösung, wenn gleich langsamer, von Statten geht, und daher die Reduction des Metalls erfolgen müſste, was auch selbst aus Ritter's Erörterung deutlich hervorgeht. Eben so ungünstig ist für die Annahme einer galvanischen Kette, daſs keine Reduction erfolgt, wenn statt des oxydulirten salzsauren Zinns oxydirtes genommen wird **), oder wenn das über die Zinnauflösung geschichtete Wasser statt mit Salzsäure mit Salpetersäure vermischt worden ist ***). Bei so bedenklichen Zweifelsgründen wäre es um die Wahrheit, oder auch nur um die Wahrscheinlichkeit der galvanischen Ansicht darzuthun, durchaus nöthig gewesen, daſs man wenigstens untersucht hätte, ob eine solche Kette, welche aus zwei Auflösungen eines Metallsalzes, die einzig und allein der Concentration nach verschieden sind, und aus dem Metall selbst zusammen gesetzt ist, auch in anderer Hinsicht eine galvanische Action hervor zu bringen im Stande sey. Dies ist aber nicht geschehen, und Buchholz hat bei seinen Untersuchungen, welchen er die verschiedenen von ihm gebrauchten Metallauflösungen in Beziehung auf die Annehmbarkeit einer galvanischen Kette unterwarf, es nicht einmal nöthig befunden, auch nur einen einzigen von den Versuchen anzustellen, welche Ritter bezeichnet, aber aus Mangel an Zeit nicht angestellt hatte. Denn wenn er diesen Fingerzeig hätte befolgen wollen, so hätte er die untersuchten Auflösungen auch mit einem andern Metall als dem aufgelösten in Berührung bringen müssen. Natürlich waren daher die eigenen Versuche über diesen Gegenstand besonders auf die angegebenen Punkte gerichtet, und ich theile hier die Resultate derselben mit.

*) S. G. Journ. für Ch. u. Phys. Bd. V. S. 130.

**) S. G. N. allg. Journ. der Chem. Bd. IV. S. 264.

***) G. Journ. für Ch. u. Phys. Bd. I. S. 475. Ritter sucht zwar hier jene Erscheinung des oxydirt salzsauren Zinns zu erklären, aber wie wenig ihm dies gelungen ist, kann jeder leicht beurtheilen. S. 449 u. f.

1. Wenn man eine concentrirte und eine verdünnte Zinnauflösung in zweien Gläsern neben einander setzt, und sodann in die eine Flüssigkeit die Schenkel, in die andere den Nerven eines frisch präparirten Frosches bringt, und beide Flüssigkeiten durch einen Zinkstreifen verbindet: so zeigt sich keine Spur einer Zuckung.
2. Dasselbe ist der Fall, wenn man den Frosch in salpetersaures Blei oder salpetersaures Silber auf die angegebene Art stellt, und die Verbindung der beiden Flüssigkeiten in dem ersten Falle durch einen Bleidrath und in dem zweiten durch einen Silberdrath bewirkt.
3. Auch dann erfolgt keine Zuckung, wenn die Verbindung der beiden Auflösungen des Metallsalzes durch ein anderes Metall bewirkt wird; z. B. wenn die beiden Auflösungen des salzsauren Zinnes durch einen Silber- Gold- oder Platindrath verbunden werden. Nur müssen diese Dräthe ganz rein seyn, weil die geringste Spur eines heterogenen Metalles, welches an ihren Spitzen kleben könnte, sogleich Zuckungen hervorbringt.
4. Wenn durch die über einander geschichteten Auflösungen des salzsauren Zinnes ein Kupfer- Silber- Gold- oder Platindrath oder Kohle gebracht wird: so erfolgt keine Spur einer Reduction, überhaupt gar keine Veränderung *).
5. Eben so erfolgt keine Reduction des Bleies, wenn die benannten Metalle oder Zinn in die Bleiauflösung gebracht werden, so wie keine des Silbers, wenn in die Silberauflösung ein Gold- oder Platindrath gebracht wird.

Mit diesen Resultaten schien nun die Erklärung der Metallreductionen aus einer Wirkung galvanischer Ketten nicht wohl bestehen zu können. Denn wenn man auch die Resultate der drei ersten Versuche dadurch beseitigen wollte, daſs man annähme, eine galvanische Kette könnte zwar Metallreductionen bewirken, ohne darum wirksam genug zu seyn, um einen reizbaren Frosch in Zuckungen zu versetzen, so bleibt es immerhin unbegreiflich, warum als das dritte Glied dieser Kette gerade dasselbe Metall, welches in der Auflösung enthalten ist, genommen werden muſs. Denn Rit-

*) Daſs durch einen Platindrath keine Reduction erfolgt, führt auch Ritter in seinem ersten Aufsatz S. 272 ganz beiläufig an; es ist uns daher sehr auffallend, daſs er in seinem zweiten Aufsatz (in der so genannten Verarbeitung seiner Versuche) diese Erscheinung ganz unberührt gelassen hat.

ter's Ansicht erklärt zwar, wie und warum eine Metallauflösung durch das in der Auflösung enthaltene Metall selbst reducirt werden könne; sie schliefst aber die Reducirbarkeit durch andere Metalle keinesweges aus, sondern setzt diese vielmehr voraus. Wurde aber die Rittersche Erklärungsweise verworfen, so blieb mir nichts übrig, als die Erklärung aus den Grundsätzen des chemischen Processes; und doch war nicht zu leugnen, dafs diese, so weit sie bis jetzt bekannt sind, keinen genügenden Erklärungsgrund an die Hand geben konnten *). Bei so bewandten Umständen war es vor Allem wichtig, die Erscheinungen genauer zu beobachten, welche die Metalle darbieten, wenn sie ohne Mitwirkung anderer Potenzen von Säuren aufgelöst werden. Bisher hatte man nämlich bei der Auflösung eines Metalles in Säuren nichts anderes zum Zwecke gehabt, als eben die Bereitung einer gesättigten Auflösung, und hatte zu dem Ende das Verfahren, das man beobachtete, so eingerichtet, dafs man jenen Zweck so schnell als möglich erreichte. Daher die mechanische Zertheilung des Metalles und die Anwendung der Wärme **). Um nun auch einmal die Erscheinungen beobachten zu können, wie sie bei der allmähligen Auflösung eines Metalles sich darstellen, mufste ich die Metalle in ganzen Stücken und bei gewöhnlicher Temperatur der Einwirkung verdünnter Säuren aussetzen. Der Erfolg war, dafs wenn ich einen Bleistab in verdünnte Salpetersäure steckte, die ganze Oberfläche des Bleistabs, so weit er von der Säure umgeben war, nach einiger Zeit (oft schon nach einigen Minuten) krystallinische Facetten hatte, wovon sich bei längerer Einwirkung der Salpetersäure (nach Verschiedenheit der herrschenden Temperatur und der Mächtigkeit der Säure nach 24 Stunden oder nach mehreren Tagen) fadenartige Kristallisationen von regulinischem Blei ansetzten. Was der Grund dieses, nicht weniger als jene Zinnreduction, überraschenden Phänomens sey, ist im ersten Augenblick schwer einzusehen. Zwar drängt sich dabei mächtig der Gedanke von galvanischer Action auf.

Man

*) Die von Buchholz gegebene Erklärung der Zinnreduction (s. seine erste Abhandlung a. a. O. S. 433.) ist schon aus dem Grunde unzureichend, weil nach dessen eigenen spätern Versuchen auch andere Metallsalze dieselbe Erscheinung bewirken, bei denen jene angenommenen Eigenschaften (des Zinnsalzes) durchaus nicht statt finden.

**) Erst nachdem man die verschiedenen Oxydationszustände kennen lernte, mit denen ein und dasselbe Metall sich in einer und derselben Säure auflöst, unterschied man bei einigen Metallen die Auflösung derselben in einer Säure bei gewöhnlicher Temperatur und beim Siedepunkt.

Man könnte nämlich annehmen, es bilde die Salpetersäure durch die Auflösung des Bleies verschiedene Schichten, welche dann mit dem Blei zusammen eine ähnliche Kette hervorbringen, als wenn vom Anfange an durch eine Bleiauflösung und die darüber geschichtete (verdünnte) Salpetersäure ein Bleistab gesteckt worden wäre. Aber die Unrichtigkeit einer solchen Annahme ist bei weiterer Ueberlegung leicht einzusehen. Denn 1) ist die Zeit von wenigen Minuten doch gar zu kurz, um eine solche Schichtung mit dem aufgelösten Blei zu bilden. Sodann zeigt sich 2) kein Unterschied, es mag nun die Salpetersäure ruhig bleiben oder fortdauernd mit dem Bleistab bewegt werden; und endlich 3) sind die Facetten angegebenermaſsen durchaus und ganz gleichmäſsig auf der ganzen Oberfläche des Bleies, und nicht bloſs an einzelnen Stellen sichtbar. Bei weiterem Nachdenken kann inzwischen über die wahre Natur dieser Erscheinung kein Zweifel bleiben. Eine wesentliche Eigenschaft der Metalle ist nämlich ihre innere krystallinische Structur. Durch die verschiedenen Behandlungsweisen, die sie zu unserem Gebrauch erfahren müssen, durch das schnelle Abkühlen, Hämmern, Plätten, und durch andere störende Momente, erscheinen sie zwar auf ihrer Oberfläche ohne alle Krystallisation; sie ist aber in ihrem Innern nichts weniger als zerstört, wie dieses auch ihr Bruch zeigt. Wird nun ein solches Metall der Einwirkung eines Auflösungsmittels ausgesetzt: so kann bei günstigen Umständen, d. h. bei eigenthümlicher Beschaffenheit des Metalls und des Auflösungsmittels, die erste Wirkung des letztern die seyn, daſs die äuſsere Oberfläche, gleichsam die unkrystallinische Hülle, aufgelöst wird, wo alsdann das Metall in seiner eigenthümlichen Krystallisation erscheint. Bei der gelinden Wirkung der Salpetersäure auf das Blei ist dies wirklich der Fall, und die krystallinischen Facetten sind nicht durch die Salpetersäure erst erzeugt, sondern bloſs sichtbar geworden *).

7. Eine ähnliche Erscheinung wie beim Blei suchte ich lange vergebens auch mit andern Metallen hervor zu bringen. Endlich aber war ich so glücklich, sie noch glänzender bei dem Zinn zu erhalten, als ich

*) Eine artige Erscheinung, welche zugleich für die Richtigkeit dieser Ansicht spricht, erhält man, wenn man die Salpetersäure mit etwas wenigem salpetersauren Silber oder Kupfer vermischt, und einen Bleistab hineinsenkt. Man sieht nämlich anfangs nichts als das matte Anlaufen des Bleies, und wie es mit dem aufgelösten Silber oder Kupfer belegt wird. Nach einiger Zeit aber löst sich das Metallhäutchen ab, und nun erscheint das Blei mit seiner schönen Krystallisation.

es den Dämpfen der Salzsäure aussetzte. Man braucht zu diesem Ende nur die Oeffnung der Flasche, worin Salzsäure enthalten ist, mit einem glatten Blatt Staniol (diese Art Zinn eignet sich vorzüglich dazu) zu belegen: so wird man nach wenigen Stunden ebenfalls die ganze Oberfläche des Zinnblattes, welches den Dämpfen ausgesetzt war, mit glänzenden krystallinischen Facetten bedeckt finden. Bei längerer Einwirkung der Salzsäure nehmen sie zu, bis das Zinn durchfressen wird und in dieser Durchlöcherung krystallinische Fasern zeigt *). Uebrigens läſst sich annehmen, daſs, wenn gleich bis jetzt es nur mit diesen beiden Metallen gelungen ist, die angeführte Erscheinung hervorzubringen, sie dennoch auch bei den meisten andern zu erhalten seyn wird, wenn sie nur unter eben so günstigen Umständen der Einwirkung der Auflösungsmittel ausgesetzt werden, wie es bei Blei und Salpetersäure und bei Zinn und Salzsäure der Fall ist.

8. Hieher gehört auch die Beobachtung, daſs die Metalle, indem sie sich in Säuren ruhig auflösen, dieses vorzüglich an der Oberfläche der Säure thun, so daſs, wenn man das Metall in Form eines Cylinders anwendet, derjenige Theil, welcher in der Säure lange gestanden hat, einen Kegel darstellt, dessen Spitze an der Oberfläche der Säure ist. Daher bricht auch manchmal der Metallstab an dieser Stelle ab.

9. Wird ein Cylinder von Kupfer in eine neutrale Auflösung von salpetersaurem Silber gesteckt, so sieht man dann, daſs von der Gränze der Flüssigkeit aus, die farbenlose Auflösung sich grün färbt, und an dieser Stelle sich auch weit mehr Silber reducirt, als an den übrigen; woraus ebenfalls deutlich hervorgeht, daſs an jener Stelle vorzüglich die auflösende Kraft der Säure wirkt; was auch auſserdem an dem Kupferstabe selbst sichtbar ist, indem dieser am meisten an den Gränzen der beiden Flüssigkeiten angegriffen wird. Dieser Versuch zeigt auch, daſs an dem untersten Ende des Kupferstabes die Säure stark

*) Eine ähnliche Krystallisation, wie die angegebene des Bleies und des Zinnes, hatte ich vor einigen Jahren bei dem Hornsilber beobachtet. Es ist nämlich, wie bekannt, in Ammonium leicht auflöslich. Wirkt daher das letztere nicht lange oder nicht mächtig genug darauf ein, so löst es ebenfalls anfangs die unkrystallinische Hülle ab, und das Hornsilber erscheint dann auf seiner ganzen Oberfläche krystallisirt. Wollte man daher dieser Art Krystallisation dennoch einen galvanischen Ursprung geben, so müſste man es auch beim Hornsilber thun, welches ein absoluter Nichtleiter für galvanische Elektricität ist.

einwirkt. Denn auch von hier aus färbt sich die Flüssigkeit grün, und auch hier schlägt sich mehr reducirtes Silber nieder, als an dem übrigen Kupfer *).

10. Noch deutlicher ist diese stärkere Einwirkung an den angegebenen beiden Stellen wahrzunehmen, wenn in dem angeführten Versuche (9.) über die gesättigte Silberauflösung Wasser geschichtet und ein Kupferstab durch beide Flüssigkeiten gesteckt wird **). Der Grund dieser Erscheinung dürfte vielleicht darin gesetzt werden, daſs die Säuren, besonders die Salpeter- und Salzsäure (mit denen ich einzig und allein bis jetzt diese Versuche angestellt habe), ein Streben haben, die Luftform anzunehmen, welches sie hauptsächlich bei Berührung ihrer wässerigen Auflösungen mit der Luft und an dieser Berührungsfläche äuſsern. Wird daher ein Metallstab in eine von diesen (in Wasser aufgelösten) Säuren gesteckt: so wird er zwar auf seiner ganzen Oberfläche angegriffen, aber vorzüglich da, wohin die Säure strebt, nämlich bei der Berührungsfläche der Flüssigkeit mit der Luft. (Daſs die Säure zugleich auch das Metall mehr an seinem Ende (Spitze) angreift, als an andern Stellen, rührt wohl bloſs daher, daſs das Metall der Säure an dieser Stelle mehr Fläche als an den übrigen darbietet.

So viel von den Resultaten der von mir angestellten Versuche, durch welche ich mir zu einer richtigern Ansicht von den in Frage stehenden Metallreductionen den Weg bahnen muſste. Ehe ich jedoch zur genauern Ausführung dieser Ansicht fortgehe, wird es nöthig seyn, noch einige Bemerkungen voraus zu schicken. Nämlich 1) dasselbe, was den bisherigen Untersuchungen zufolge bei der Einwirkung der reinen Säuren auf die Metalle Statt findet, erfolgt auch, wenn die Säuren, mit einem Metalle verbunden, in Contact mit einem andern Metall gesetzt werden, zu welchem sie mehr Verwandtschaft als zu dem (bereits) aufgelösten besitzen. Sodann muſs 2)

*) Doch ist, wie leicht einzusehen, diese stärkere Auflösung des untersten Theils an dem Metallstabe nicht so bestimmt und deutlich zu erkennen, als die im vorigen Versuch (8.) angegebene.

**) Es gewährt eine angenehme Erscheinung in diesem Falle, wenn man in einer ganz farbenlosen Flüssigkeit an zwei von einander entfernten Stellen grüne Schichten sich bilden sieht, welche immer zunehmen, während die darüber und dazwischen liegenden Schichten (lange) ungefärbt bleiben.

auf die Beschaffenheit der Metallsalze aufmerksam gemacht werden. Es lassen sich nämlich im Allgemeinen die Metallsalze (nur mit sehr seltenen Ausnahmen) nie im vollkommenen neutralen Zustand darstellen *); auch sind sie überhaupt leicht zu zersetzen (durch Licht, Luft und Wasser), und äufsern alsdann ein Bestreben, aus dem frühern Zustande eines (dem neutralen nahen) Salzes in den zweier verschiedenen überzugehen und somit in zwei Salze zu zerfallen, wovon das eine einen (grofsen) Ueberschufs an Säure und das andere ein grofses Uebergewicht der Grundlage zeigt. Daher dann auch das erste im Wasser aufgelöst bleibt, das zweite hingegen sich niederschlägt. Diese Beschaffenheit der Metallsalze läfst uns nämlich leicht einsehen, warum die Einwirkung der Säure auf das Metall an der Gränze besonders einer Metallauflösung nach stärker erscheint, wenn darüber Wasser geschichtet wird, als bei der unmittelbaren Berührung mit der Luft es der Fall ist. Nach diesen Vordersätzen mag der Erklärungsversuch selbst folgen.

Das salzsaure Zinn (denn, da die Erscheinung bei diesem Salze am glänzendsten erfolgt, so wollen wir es auch vorzugsweise als Beispiel brauchen), das salzsaure Zinn, welches selbst bei anhaltender Einwirkung der Salzsäure und bei hoher Temperatur immer nur mit einem Ueberschufs von Säure (oder mit dem an Grundlage) dargestellt werden kann, scheint besonders geneigt, sich auf die angegebene Art zu zersetzen. Wird demnach über diese concentrirte Auflösung Wasser geschichtet und ein Zinnstab durch beide Flüssigkeiten durchgesteckt: so wirkt die (überschüssige) Salzsäure vorzüglich an der Gränze der Schichtung auf das Zinn ein, und stellt es, nachdem sie die unkrystallinische Hülle aufgelöst hat, in seiner eigenthümlichen Krystallisation dar. Durch die Aufnahme des neuen Antheils von Zinn gehen aber die mit dem Zinn in unmittelbarer Berührung stehenden Salztheilchen in den Zustand eines neutralen Salzes über, welches, ehe es sich mit dem übrigen Salze in ein chemisches Gleichgewicht setzen kann, von dem Wasser in ein Salz mit Ueberschufs der Säure und in eins mit Ueberschufs der Grundlage zersetzt wird, wovon das erste von neuem auf das metallische Zinn einwirkt, während das letzte

*) Von mehreren Salzen des Kupfers, Zinns, Blei's, Quecksilbers und Silbers, welche ich in dieser Hinsicht untersuchte, bildet das salpetersaure Silber allein eine vollkommen neutrale Verbindung, welche das Lakmuspapier nicht röthet.

durch Krystallisationsanziehung die überschüssige Grundlage an die krystallinischen Facetten (krystallinisch) sich anzulegen gestattet *). Die Natur dieser Erscheinung könnte demnach mit wenigen Worten so ausgedrückt werden: unter günstigen Umständen kann die krystallisirte Oberfläche eines Metalles selbst reducirend auf die Auflösung desselben Metalles wirken, wenn es dem aufgelösten Gelegenheit darbietet, sich vollkommen krystallisirt darzustellen. Da nun bei dem Zinnsalz alle diese günstigen Umstände sich vereinigen, so ist auch die Reduction desselben bei weitem am schönsten und am glänzendsten vor allen andern Metallen.

Aus dieser Erklärung sind die Bedingungen, unter welchen einzig und allein jene Erscheinung erfolgt, als das Schichten der Flüssigkeiten **), der Ueberschufs an freier Säure u. s. w. von selbst klar. Besonders aber ist nun der Grund leicht einzusehen, warum diese Reduction nur an demselben Metall, welches in der Auflösung enthalten ist, und an keinem andern, so wenig als an Kohle, Graphit u. s. w. erfolgen kann, welches aus galvanischen Grundsätzen durchaus unerklärbar ist. Aus der gegebenen Erklärung ergiebt sich ferner, warum das Zinn nur an der Gränze der geschich-

*) Dafs ich bei dieser Erklärung den Sauerstoff des Oxyds nicht besonders erwähne, wird mir wohl um so weniger zum Vorwurf gereichen, da das in Rede stehende salzsaure Zinn nach Davy's Ansicht die Grundlage im metallischen Zustande enthalten soll. Uebrigens bleibt die Erklärung ganz dieselbe, wenn die Grundlage mit Sauerstoff verbunden ist; denn da das in der Auflösung befindlich gewesene Metall, ohne die Säure zu zersetzen, sich auflöst: so mufs es dem in der Auflösung enthaltenen Oxyd seinen Sauerstoff entziehen.

**) Doch mufs zur Steuer der Wahrheit angezeigt werden, dafs es zwar vollkommen richtig ist, dafs, wenn diese Art Reductionen schön, deutlich und zugleich schnell erfolgen soll, das Uebereinanderschichten von Wasser über die concentrirte Metallauflösung eine nothwendige Bedingung sey; dagegen aber findet auch eine geringe Reduction Statt, wenn in eine Metallauflösung mit etwas freier Säure (ohne alle Schichtung) dasselbe Metall gethan wird. Nur dafs diese geringe Reduction erst nach vielen Stunden oder Tagen erfolgt, und dafs das ausgeschiedene Metall entweder ohne vollkommenen Metallglanz erscheint, oder ihn bald verliert. Wenn daher Ritter, wie oben angeführt wurde, niemals eine Spur von Zinn reducirt sah, wenn er die Zinnauflösung ohne Schichtung mit Zinn in Berührung brachte: so ist der Grund davon einzig der, dafs entweder das Zinn nicht lange genug mit der Auflösung in Berührung gelassen, oder Ritter die Einwirkung desselben nicht genau beobachtet hat. Unter den von mir untersuchten Metallsalzen ist das salpetersaure Blei vorzüglich zu dieser Erscheinung geschickt, indem sich an einem hineingebrachten Stück Blei nach wenigen Stunden Krystalle von reducirtem Blei anlegten, während dieses Bleistück sich an andern Stellen oxydirte.

teten Flüssigkeiten reducirt wird, wovon nach Ritter's Erörterung kein Grund einzusehen ist; denn eben so wie nach dieser Ansicht der Oxygenpol längs des ganzen Theils des in der concentrirten Auflösung stehenden Zinnstabs durch Oxydation desselben sich darstellt: so sollte auch der Hydrogenpol sich längs desjenigen Theils des Zinnstabs erstrecken, welcher mit der verdünnten Auflösung in Berührung ist, und daher auch das reducirte Zinn an dieser ganzen Linie sich anlegen, und nicht bloſs an einem einzelnen Punkte derselben.

Die übrigen Umstände, die bei den untersuchten Metallreductionen vorkommen, bedürfen einer Zurückführung auf die angegebenen Erklärungsgründe nicht, da der Zusammenhang ohnehin klar ist. Nur über das Umkehren der Pole muſs noch einiges gesagt werden. Dieses findet nämlich Statt, wenn an der Stelle der noch freie Säure haltenden Zinnauflösung eine vollkommen neutrale, oder richtiger eine mit Ueberschuſs an Grundlage, genommen wird, wobei nämlich die Oxydation in der obern verdünnten und die Reduction in der untern concentrirten Flüssigkeit vorgehen soll. Von dieser Erscheinung liegt der Grund offenbar darin, daſs diese Zinnauflösung besonders durch das darüber stehende Wasser eine immer fortgehende Zersetzung erleidet, wodurch überall in der untern Flüssigkeit salzsaures Zinn mit Ueberschuſs vorhanden ist, welches daher längs des ganzen eingesenkten Theils des Zinnstabs reducirt wird *).

Vierter Abschnitt.

Von den Bedingungen, unter welchen Metallreductionen durch Einwirkung einer einfachen galvanischen Kette aus zwei festen und einem flüssigen Leiter erfolgen können.

Wenn unser bisheriges Bemühen dahin ging, die Metallreductionen, welche wir im zweiten und dritten Abschnitt abgehandelt haben, aus dem Gebiete des Galvanismus, wohin man sie verpflanzt, wiederum zurück in das der Chemie zu versetzen, so scheint ein gleiches Unternehmen mit den Reduc-

*) S. die vorhergehende Anmerkung.

tionen, welche durch die einfache galvanische Kette aus zweien festen und einem flüssigen Leiter hervorgebracht werden, kaum denkbar zu seyn. Denn wie sollte es möglich seyn, aus einer chemischen Verwandtschaft die hier vorkommende Erscheinung erklären zu können, zufolge deren jedes Metall, das in Berührung mit einem andern negativ elektrisch wird, bei bewirkter Berührung der beiden Metalle und hergestellter leitender Verbindung mit der Metallauflösung zur vollkommenen Reduction des aufgelösten Metalls geschickt ist; daſs also auf diesem Wege nicht nur dasselbe Metall, sondern, der chemischen Verwandtschaft ganz entgegen, sehr leicht oxydirbare durch schwer zu oxydirende Metalle reducirt werden: so z. B. Silber durch Silber, Platin, Kohle; Kupfer durch Kupfer, Platin u. s. w.; Blei durch Zinn, Kupfer u. s. w. Die Tendenz dieser meiner Untersuchungen über diese Erscheinungen war auch keineswegs dieselbe, wie bei den frühern. Denn ich ging nicht darauf aus, diese Reductionen für die Chemie ausschlieſslich zu vindiciren, sondern nur zu erforschen, ob nicht dennoch auch hier irgend ein Zusammenhang mit der chemischen Verwandtschaft statt finde, so daſs zwar die galvanische Action der Hauptgrund der eintretenden Reductionen bleibe, die chemische Verwandtschaft hingegen hinzutreten müsse, wenn ein bedeutendes Produkt erfolgen solle. Ich untersuchte demnach

1stens, in wiefern es gleichgültig ist oder nicht, welches Metall man als das negative anwende; d. h. ob es bloſs darauf ankomme, daſs das gebrauchte Metall mit dem positiven galvanische Action hervorzubringen geeignet sey. Dasselbe untersuchte ich

2tens in Ansehung des positiven Metalls, und suchte sodann

3tens auszumitteln, ob sich ein Unterschied zeige, wenn man eine galvanische Kette, die einmal bei irgend einer Metallauflösung eine vorzügliche reducirende Thätigkeit gezeigt hat, auf andere Metallauflösungen einwirken läſst. Endlich war die Untersuchung darauf zu richten

4tens, ob auf die Art und Weise, wie die leitende Verbindung zwischen dem positiven Metall und der Metallauflösung bewirkt wird, etwas ankomme; namentlich, ob es ohne bedeutenden Einfluſs für die Reduction bleibe, man möge nun diese durch thierische Blase, wie es gewöhnlich der Fall ist, oder durch Papier u. s. w., oder durch Metalle bewirken. Als Resultat meiner Untersuchungen über diese Punkte kann vorläufig folgendes angegeben werden.

1. Was die zuerst aufgeworfene Frage betrifft: so ist es zwar nicht ganz gleichgültig, ob zu einem positiven Metall *a* das Metall *b* oder *c* oder *d* u. s. w. als das negative Metall angewandt wird. Denn durch die gröſsere elektrische Spannung und andere unbekannte Umstände wird die Reduction bei dem einen früher oder häufiger oder regelmäſsiger u. s. w. erfolgen, als bei dem andern; aber von wesentlichem Einfluſs ist die Wahl des negativen Metalles doch nicht, weil, wenn nur die andern Bedingungen erfüllt sind, die Reduction immer erfolgt *). So z. B. wird das Bleisalz immer reducirt, das positive Metall, z. B. Zink, mag nun mit Blei, Kupfer, Silber oder Platin verbunden werden; nur wird, wie gesagt, die Reduction schneller und stärker erfolgen, wenn Platin, als wenn Blei als negatives Metall angewendet wird.

2. In Beziehung auf die 2te und 3te Frage ergiebt sich dagegen, daſs das positive Metall einen wesentlichen Einfluſs auf das Gelingen der Reduction äuſsert, so daſs diese nur dann erfolgt, wenn das positive Glied der Kette aus den Matallen *a* .... *d*, nicht aber wenn es aus denen *e* .... *g* gewählt wird; gleichviel übrigens, welches Metall als negatives wirkt; so daſs (für ein gegebenes Salz) eine bestimmte Kettenverbindung sich wirksam zeigt, während eine andere ohne alle Wirkung bleibt, obgleich bei der erstern weit weniger galvanische Action als bei der zweiten statt findet; z. B. eine Kette, deren positives Metall Zink ist, reducirt Bleisalze, wenn sogar zum negativen Metall Blei gewählt wird, während eine andere, deren positives Glied Blei ist, nicht zu reduciren im Stande ist, wenn selbst Platin das negative Glied bildet; und dennoch ist die erste Kette in anderer Hinsicht weit weniger wirksam, als die zweite. Damit hängt die Bemerkung zusammen,

3. daſs für ein jedes gegebene Salz nur bestimmte Metalle als positive Leiter dienen können, von denen eins oder mehrere zur Reduction eines andern Metallsalzes durchaus untauglich sind. So z. B. sind die Metalle von Zink bis Kupfer und Quecksilber gleich vermögend als

*) Jedoch wird das negative Metall kein solches seyn dürfen, welches das aufgelöste schon auf chemischem Wege zu reduciren im Stande ist, wo sich dies übrigens von selbst versteht.



als positives Glied der galvanischen Kette zu dienen, um Silbersalze vollkommen zu reduciren, während aus ihnen zur Reduction der Bleisalze nur Zink und (kaum) das Eisen geschickt sind; Blei hingegen, Zinn, Kupfer u. s. w. durchaus keine Reduction bewirken, mit welchem negativen Metall sie auch verbunden werden mögen.

4. Bei genauer Prüfung der Fälle, in welchen bestimmte Metalle (als positive Glieder der Kette) Reductionen zu bewirken oder nicht zu bewirken vermögen, ergab sich das nicht unrichtige Gesetz: dafs nur eine solche Kette das aufgelöste Metall zu reduciren im Stande sey, deren positives Metall auch auf chemischem Wege (durch nähere Verwandtschaft) diese Wirkung hervorbringt; wonach für jedes gegebene Metallsalz leicht bestimmt werden kann, welche Ketten wirksam und welche unwirksam seyn werden *).

Die Allgemeinheit dieses Gesetzes habe ich durch alle Versuche, welche ich in zahlreicher Menge hierüber angestellt habe, vollkommen bestätigt gefunden. Ein Paar derselben mögen gleichsam beispielsweise hier Platz finden. Es findet sich nämlich, dafs 1) essigsaures oder salpetersaures Blei durch Ketten von Zinkgold, Zinksilber, Zinkkupfer und selbst durch Ketten von Zinkblei reducirt wird, während durch Bleikupfer, Bleisilber und Bleiplatin keine Reduction erfolgt (noch weniger, wenn das + Metall Zinn, Kupfer oder Silber ist). Auf ähnliche Weise werden 2) die Kupfersalze reducirt, wenn das positive Metall der einwirkenden Kette Zink, Eisen, Blei, Zinn ist, also auch durch Bleikupfer oder Zinnkupfer; dagegen zeigen sich Ketten aus Kupfersilber und Kupferplatin u. s. w. unwirksam. Endlich 3) wurde salpetersaures Silber durch alle Ketten reducirt, deren positive Glieder von Zink bis zum Kupfer und Quecksilber waren, also auch durch Kupfersilber und Quecksilbersilber; dagegen waren Ketten von Silbergold und Silberplatin unwirksam. In Beziehung auf diese Versuche ist jedoch zu bemerken, dafs man, um solche genaue Resultate zu erhalten, Metallsalze wählen müsse, die von andern Metallsalzen ganz rein und möglichst neutral, d. h. ohne freie Säure sind. Denn im Fall einer Beimischung anderer

*) Man braucht nämlich nur in der elektrischen Reihe der Metalle das positive Glied aus denjenigen zu wählen, welche von dem aufgelösten (exclusive) abwärts bis zum Zink gehen. Das negative Glied kann alsdann von dem Platin bis ebenfalls zu dem aufgelösten (inclusive) gewählt werden.

Mittelsalze, besonders eines weniger oxydirbaren Metalls, kann man leicht getäuscht werden und auf Ausnahmen von dem oben aufgestellten Gesetze zu stoſsen glauben *). Ist inzwischen die in dem Metallsalze enthaltene freie Säure von bedeutender Menge: so wird in manchen Fällen auch durch solche Ketten noch eine Reduction bewirkt werden, bei denen dasselbe Metall, welches aufgelöst ist, als positives Metall angewandt wird. Dieses aber dient zur Bestätigung und Bekräftigung des aufgestellten Gesetzes. Denn in einer solchen Metallauflösung mit freier Säure wirkt (oft) dasselbe Metall reducirend, wie wir im vorigen Abschnitt gesehen haben. Man kann daher mit Bestimmtheit auf freie Säure der Metallauflösung schlieſsen, wenn galvanische Ketten, deren positives Glied aus demselben Metall (welches aufgelöst ist) besteht, noch eine schwache Reduction zu bewirken vermögen. So z. B. wurde das salpetersaure Blei oft noch durch eine Kette von Blei-Gold schwach reducirt, während dieses bei dem essigsauren (vollkommen neutralen) Blei (*Extractum saturni*) niemals geschah. Auf ähnliche Art zeigte bei dem kausteschen schwefelsauren Kupfer, so wie bei dem gewöhnlichen salpetersauren Kupfer, die Kupfersilberkette Reduction, während diese gänzlich wegfiel, wenn diese Salze durch anhaltendes Kochen mit Kupferoxyd möglichst neutralisirt und frisch angewandt worden waren (ehe noch ein Theil des Oxyds daraus niedergefallen war).

Zur Beantwortung der 4ten Frage, über den Einfluſs der leitenden Verbindung zwischen der Metallauflösung und dem positiven Metall, sind ebenfalls mehrere Versuche angestellt worden, woraus Folgendes hervorging.

1. Die Reduction geht vorzüglich schnell und stark von Statten, wenn die leitende Verbindung durch thierische Blase in der (gewöhnlichen) Art bewerkstelligt wird, indem man die Metallauflösung in eine Röhre thut, deren untere Oeffnung mit Blase verschlossen ist, und diese Röhre in ein Gefäſs mit Wasser setzt, worin das positive Metall sich befindet, während das mit demselben verbundene negative in der Metallauflösung sich endigt.

*) Ein Beispiel wird dies deutlich machen. Ich lieſs vor langer Zeit in einer Officin eine Auflösung von essigsaurem Blei bereiten, um mich derselben zu diesen galvanischen Versuchen zu bedienen. Als ich sie der Wirkung einer Zinkkupferkette aussetzte, sah ich zu meinem Erstaunen, daſs nach einiger Zeit der Kupferstab mit einem weiſsen Metall schwach belegt war. Bei näherer Prüfung zeigte es sich jedoch, daſs dieses reducirte Metall nicht Blei, sondern Silber war, das in geringer Menge (als essigsaures Silber?) in dem Bleizucker sich vorgefunden hatte.

2. Schwächer und langsamer ist hingegen die Wirkung, wenn die Blase oder ungeleimtes Papier u. dgl. als Leitungsbogen (zwischen der Metallauflösung und der das + Metall umgebenden Flüssigkeit) angewandt wird.
3. Durchaus keine Wirkung (oder in seltenen Fällen nur eine sehr unbedeutende) erfolgt, wenn die Leitung durch einen Metalldrath bewirkt worden ist.
4. Um den Grund dieser Erscheinung auszumitteln, untersuchte ich zuerst das Verhalten der Blase, mit der die untere Oeffnung der Röhre verschlossen ist, zu der in der Röhre enthaltenen Metallauflösung, und da ergab es sich, dafs die Blase, wenn sie trocken ist, die Röhre vollkommen verschliefst, so dafs von dem Inhalt keine Spur nach aufsen dringt, wohl aber im Gegentheil der Flüssigkeit einen Durchgang gestattet, wenn sie (die Blase) von aufsen mit Wasser umgeben ist, so dafs man sich nach wenigen Minuten, oft auch früher, durch Reagentien überzeugen kann, dafs von der in der Röhre enthaltenen Auflösung in das äufsere Wasser gedrungen ist.

Da nun dasselbe, nur im schwächern Grade, bei der Anwendung der Blase oder des Papiers u. dgl. in der (beim zweiten Versuch) angegebenen Art Statt finden mufs, während ein Uebergang der Metallauflösung zu der das positive Metall umgebenden Flüssigkeit durchaus unmöglich ist, wenn die Leitung durch einen Metalldrath geschieht: so können wir als zweites Gesetz für die Reduction der Metallauflösung durch galvanische Ketten aufstellen,

dafs die Reduction nur dann erfolgt, wenn die Metallauflösung auch mit dem positiven Metall in ununterbrochener und unmittelbarer Verbindung gesetzt wird.

Für die Richtigkeit dieses Gesetzes zeugen folgende Versuche:

1. Eine Auflösung des salpetersauren Silbers in absolutem Alkohol wurde in eine Röhre gethan, deren untere Oeffnung mit Blase verchlossen war, und der Zinkplatinkette ausgesetzt, nachdem das Gefäfs, in welches die Röhre und der Zinkstab eingesenkt werden sollten, zur Herstellung der leitenden Verbindung, mit Alkohol gefüllt worden war. Es erfolgte nach ¼ Stunde keine Wirkung. Um inzwischen der Einwendung auszuweichen, als wäre aus dem Grunde keine Reduction

erfolgt, weil der Zink in Alkohol nicht oxydirt werden kann, welches die erste Bedingung einer wirksamen galvanischen Kette sey, wurden nunmehr in den (das Zink umgebenden) Alkohol einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure gethan. Dennoch erfolgte keine Spur von Reduction, obgleich der Zink unter Entwickelung vieler Luftblasen oxydirt wurde. Erst nach mehreren Stunden ging die Reduction wirklich vor sich, und ich erfuhr bald, dafs die Wirkung sehr beschleunigt werden konnte, wenn entweder die Blase ein wenig mit Wasser befeuchtet wird, oder wenn man zur Verschliefsung der Röhre, statt der gewöhnlichen Schweinsblase, das sehr dünne Schafhäutchen eines neugebornen Kalbes *) nimmt.

Der Grund der sehr langsamen und verzögerten Reduction lag daher, in dem angegebenen Falle, nicht in dem Mangel der Oxydation des Zinks im Alkohol, oder etwa in der vergleichungsweise mit dem Wasser schlechtern galvanischen Leitung des Alkohols, sondern einzig und allein darin, dafs der Alkohol die Schweinsblase nur nach mehreren Stunden so zu durchdringen vermochte, dafs der enthaltenen Flüssigkeit ein Durchströmen gestattet war, welches hingegen bei dem dünnen Schafhäutchen, oder wenn die Blase mit Wasser befeuchtet war, weit früher erfolgte. Dafs dem wirklich so sey, davon konnte ich mich leicht überzeugen, indem ich

2. zwei Röhren mit salpetersaurer Silberauflösung in Alkohol, deren untere Oeffnung bei der einen mit Schweinsblase und bei der andern mit einem Schafhäutchen verschlossen war, ohne Veranstaltung einer galvanischen Einwirkung in Gläser mit Alkohol setzte. Denn nach kaum $\frac{1}{4}$ Stunde zeigte der Alkohol, der die letzte Röhre umgab, einen Gehalt an salpetersaurem Silber (als Folge der Reaction auf Salzsäure), welches in dem andern Glase nach einer Stunde und manchmal selbst nach $1\frac{1}{2}$ Stunden kaum der Fall war; obgleich nach längerer Zeit in dem einen wie in dem andern Falle der Alkohol salpetersaures Silber enthielt.

3. Einen noch sicherern Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht hatte ich, als ich die Blasen, mit denen die eine Oeffnung der Röhre verschlossen war, entweder mit einer wässerigen Auflösung des Arabi-

*) *Alantois*, welches man seiner Dünne und Leichtigkeit wegen zu Luftbällen und dergleichen anwendet.

schen Gummi's, oder mit einer Auflösung des Harzes in Weingeist bestrich und trocknen liefs; dann füllte ich sie mit salpetersaurem Silber in Alkohol, und setzte die Röhre, deren Blase mit Gummi bestrichen war, in Alkohol, oder die, deren Blase mit Harz gefirnifst war, in Wasser; so erfolgte in der einen wie in der andern keine Spur einer Reduction, wie lange ich sie auch der Zinkplatinkette aussetzen mochte.

4. Eine Bleisalzauflösung wurde in eine Röhre gethan, in deren untere Oeffnung ein Platindrath eingekittet war. Die Röhre wurde alsdann mit dem Platindrath in ein Gefäfs mit Wasser gesetzt, worin ein Zinkstab war, und der mit dem Zink verbundene Platindrath durch die obere Oeffnung in die Metallauflösung geleitet. Es erfolgte durchaus keine Spur einer Reduction.

5. Dasselbe war der Fall, als ich eine Zinn- und eine Kupferauflösung auf diese Art der Zinkplatinkette aussetzte; auch hier erfolgte nicht die geringste Reduction.

Wir sind demnach auf zwei wichtige Bedingungen gestofsen, unter welchen allein die Metallreductionen durch galvanische einfache Ketten bewirkt werden können. Die eine zwar, die letztere nämlich, kann nur mit einer Ausnahme als wahr aufgestellt werden, wovon bald mehr die Rede seyn wird; mit der andern hingegen, der zuerst aufgestellten, hat es durchaus und überall seine Richtigkeit, so dafs wir schlechterdings niemals eine Spur von Reduction erfolgen sehen, wenn das positive Metall nicht ein solches ist, welches das aufgelöste durch chemische Verwandtschaft schon an und für sich zu reduciren vermag (daher für manche der angegebenen Fälle auch noch dasselbe Metall, welches in der Auflösung enthalten war, als das positive Glied der Kette angewandt werden konnte). Ja selbst der Grad der durch die galvanische Kette bewirkten Reduction, so wie ihre Schnelligkeit und Langsamkeit, steht im Verhältnifs mit der Art und Weise, wie das positive Metall das aufgelöste auf chemischem Wege zu reduciren vermag, so dafs z. B. schwefelsaures Kupfer durch eine Kette von Bleikupfer nur schwach reducirt wird, etwas stärker durch eine von Eisen und Kupfer, und am stärksten durch Zinnkupfer. Aber gerade so verhalten sich eben Blei, Eisen und Zinn, wenn man sie auf eine Auflösung des schwefelsauren Kupfers wirken läfst. Die stärkste und schnellste Reduction bewirkt nämlich das Zinn, schwächer und langsamer wirkt

das Eisen, und in noch geringerem Grade ist es beim Blei der Fall. Ferner werden durch Ketten, deren positives Metall Eisen ist, das salzsaure Zinn, essigsaure Blei und salpetersaure Silber theils gar nicht, theils in sehr geringem Grade reducirt; weil diese Salze auch auf gewöhnlich chemischem Wege sich nur schwer oder gar nicht durch Eisen reduciren lassen. Fassen wir nun die beiden aufgefundenen Bedingungen in ein Gesetz zusammen: so werden wir dieses so ausdrücken können:

> die Metallreduction durch galvanische Ketten erfolgt nur allein, wenn das positive Metall, welches durch chemische Verwandtschaft das aufgelöste regulinisch darzustellen vermag, auch in unmittelbare Verbindung mit der, wenn auch sehr verdünnten, Metallauflösung gesetzt ist.

Zufolge dieses Gesetzes ist nun die reducirende Wirkung der galvanischen Ketten, wenn auch nicht eins und dasselbe mit demjenigen Processe, welchen wir in dem zweiten Abschnitt als die Reduction eines weniger oxydirbaren Metalles durch ein anderes leichter oxydirbares Metall kennen gelernt haben, so doch wenigstens ihm sehr nahe verwandt. Der Unterschied liegt nämlich darin, daſs dort unter günstigen Umständen das reducirte Metall nicht unmittelbar an dem reducirenden (oder das aufgelöste an dem in der Säure sich auflösenden), sondern entfernt von ihm in baumähnlichen Verzweigungen an dem reducirten selbst sich anlegt, während hier das regulinisch ausgeschiedene Metall im allgemeinen nicht an dem positiven als dem reducirenden Metall angesetzt wird, sondern anfangs an der Spitze des negativen Metalls (was jedoch zu dem Ende mit dem positiven oder reducirenden Metall in Verbindung stehen muſs), weiterhin aber ebenfalls in baumähnlichen Verzweigungen an den bereits ausgeschiedenen selbst. Was inzwischen die Verwandtschaft der beiden Fälle noch mehr beurkundet, ist dieses, daſs wenn wir auf die günstigen Umstände sehen, welche nach den oben angegebenen Bedingungen der schönen Vegetation des dargestellten Metalls sind, wir sie dem Wesen nach gleichartig finden mit denjenigen, auf welche es bei der Reduction durch galvanische Ketten ankömmt. Denn das Verdünnen der Auflösung mit Wasser, das Eintauchen des reducirenden Metalles mit geringer Masse, so wie auch umgekehrt das Umgeben des reducirenden Metalles mit einer geringen Quantität der Auflösung, deuten im Grunde auf nichts anders, als daſs das reducirende Metall zwar

in einer immerwährenden ununterbrochenen Verbindung mit der Auflösung seyn muſs, daſs es aber nur mit einer kleinen Masse in Berührung kommen darf, welche, sobald das darin enthaltene Metall reducirt ist, von einer neuen geringen Quantität ersetzt wird. Gerade dasselbe findet auch bei der Einwirkung galvanischer Ketten Statt. Auch hier muſs das positive (reducirende) Metall in ununterbrochener Berührung mit der Metallauflösung seyn, und auch hier nur in geringer sich immer ersetzender Quantität. Indem wir nun die Analogie der beiden Fälle weiter verfolgen, erhalten wir einen hinlänglichen Grund, auch bei Einwirkung der galvanischen Ketten das positive (reducirende) Metall als das ursprünglich wirkende anzunehmen, so daſs nämlich von ihm die Reduction ausgeht (Daher man denn auch, wenn man genau darauf achtet, an dem positiven Metall immer etwas von dem aufgelösten reducirt finden, so wie, wenn die galvanische Kette gar nicht angewandt wird, die gänzliche Reduction des aufgelösten Metalles wirklich in der äuſsern die Röhre umgebenden Flüssigkeit an dem reducirenden Metall von Statten geht). Weil jedoch die Metallauflösung nur in sehr kleinen Quantitäten zu dem reducirenden Metalle gelangt: so wird auch hier, wie in jenem analogen Fall, das reducirte Metall, wenn ihm eine günstige Stelle dargeboten wird, sich eher hier als an dem reducirenden Metalle selbst krystallinisch anlegen. Eine solche Stelle bietet nun aber das negative Metall wahrscheinlich dadurch dar, daſs sich an demselben der Wasserstoff des zersetzten Wassers, wenn auch in noch so unbedeutender Quantität, darstellt oder darzustellen strebt. Das mit dem positiven Metall in unmittelbarer Berührung gestandene Theilchen der Metallauflösung wird daher durch nähere Verwandtschaft reducirt, legt sich jedoch nicht sogleich regulinisch an, sondern zersetzt vielmehr das angränzende noch aufgelöste, welches dieselbe Wirkung auf das nachbarliche ausübt, und so fort durch die Blase oder das Papier, bis das mit der Spitze des negativen Metalls in unmittelbarer Berührung stehende reducirt wird und sich an dieser Stelle krystallinisch anlegt. Die aufgestellten nothwendigen Erfordernisse zu einer wirksamen Kette sprechen offenbar für die Richtigkeit dieser Ansicht. Doch mögen noch folgende Erfahrungen zur Bestätigung angeführt werden.

Ich setzte (im Juli 1813) essigsaures Blei (unter den angegebenen günstigen Umständen) der Einwirkung einer Eisensilberkette aus. Nach mehreren Stunden sah ich noch keine Spur einer Reduction, und überhaupt nicht

die geringste Veränderung. Dasselbe war der Fall nach 24 Stunden, und selbst nach 2 Tagen. Als ich es aber nach 4 Tagen zufällig wieder betrachtete, nahm ich eine seltsame Erscheinung wahr. Der Silberdrath war nämlich nach wie vor vollkommen rein, ohne eine Spur des reducirten Bleies zu enthalten. Das äufsere Wasser hingegen, welches die Röhre mit der Bleiauflösung umgab, stellte eine trübe rothbraune Auflösung dar, so wie auch die farbenlose Bleiauflösung in der Röhre eine schwache gelbe Farbe angenommen hatte. Ich erkannte bald die äufsere Flüssigkeit als eine Auflösung des essigsauren Eisens *), und war nur erstaunt, kein Blei reducirt zu finden, als ich endlich durch die trübe Auflösung nach dem Eisenstabe sah, und ihn mit den schönsten reducirten Bleiblättern belegt erblickte, deren Durchmesser beinahe $\frac{1}{3}$ Zoll betrug. Diese Erscheinung findet in dem Angegebenen ihre vollkommene Erklärung. Das Eisen nämlich ist im regulinischen Zustande durchaus unfähig, das Bleisalz zu reduciren, so wie mehrere andere Metallsalze, von denen wir in der Folge sprechen wollen), und vermag es nur dann, wenn es in der wässerigen Auflösung desselben sich oxydirt hat; aber ehe dies in dem angeführten Falle geschehen war, ist der gröfste Theil des in der Röhre enthaltenen essigsauren Bleies (durch die Blase) in die äufsere Flüssigkeit übergegangen; das oxydirte Eisen wirkt daher gleichsam auf eine concentrirte Auflösung, und das reducirte Blei legt sich unmittelbar an dasselbe an, weil es theils durch die Concentration, theils durch das sich zugleich bildende und nur mechanisch aufgelöste Eisenoxyd verhindert wird, durch wechselseitige Auflösung und Reduction bis zu dem negativen Metall zu gelangen. Wäre hingegen, wie man gewöhnlich bei der Wirkung einer galvanischen Kette annimmt, die Reduction unmittelbar Wirkung des negativen Metalls (zufolge des daselbst frei gewordenen Wasserstoffs): so wäre der Grund nicht einzusehen, warum bei dem angeführten Versuch nicht eine Spur von Blei durch die wirksame Eisensilberkette reducirt werden konnte? Wollte man aber aus der angeführten Erscheinung bei der Wirkung der galvanischen Kette gerade umgekehrt sich berechtigt glauben, die im zweiten Abschnitt untersuchte Reduction eines Metalles durch ein anderes, der dort angegebenen Gründe ungeachtet, als galvanische Wirkung zu betrachten, um gleiche Wirkung aus einer

gleichen

*) Von derselben war auch etwas durch die Blase in die Röhre gedrungen, wie dies bei dergleichen Umständen oft der Fall ist.

gleichen Ursache zu erklären: so wollen wir gern zugestehen, dafs das, was wir oben durch Krystallisationsanziehung allein zu erklären strebten (weil wir die Nothwendigkeit der auf galvanische Wirksamkeit gebauten Erklärungsweise ausschliefsen wollten), noch besser erklärbar ist, wenn man die galvanische Action, welche zwischen dem reducirenden und dem bereits reducirten Metall Statt findet, zu Hülfe nimmt. Und es ist auch in der That eben so wenig zu zweifeln, dafs die galvanische Action das Anlegen des regulinisch ausgeschiedenen Metalles an dem bereits reducirten befördert und unterstützt, als es gewifs ist, dafs durch das reducirende Metall, durch das ausgeschiedene Metall und durch die Flüssigkeit wirklich eine galvanische Kette gebildet wird. Nur kann dort die galvanische Action unmöglich eine so selbstständige Rolle spielen, als bei der gegenwärtig von uns untersuchten Metallreduction durch galvanische Ketten; weil (um zu den oben aufgestellten Gründen noch einiges hinzuzufügen) in vielen Fällen die Metallreductionen, welche durch unmittelbare Einwirkung des reducirenden Metalles entstehen, an einem ganz entgegen gesetzten Ende erfolgen müssen, als wo sie wirklich erfolgen. Betrachten wir z. B. den von v. Grotthufs angegebenen Versuch, wo über salpetersaures Kupfer salpetersaures Silber geschichtet und ein Kupferstab eingesenkt wird. Ist das Kupfersalz von der oben angegebenen Beschaffenheit, so wird sich an dem Silberbäumchen ein Kupferbäumchen anlegen, welches sich in die Kupferauflösung hinein verlängern wird. Wäre nun das Anlegen des ausgeschiedenen Metalls an dem bereits reducirten einzig und allein die Wirkung der galvanischen Kupfersilberkette: so würde zwar der Grund von dem Wachsthum des Silberbäumchens, so wie von der Reduction der ersten Kupfertheilchen, vollkommen erklärbar, aber von dem Fortwachsen des Kupferbäumchens in der Kupferauflösung wäre kein Grund vorhanden. Denn mit der Bildung der ersten Kupfertheilchen ist von neuem eine galvanische Kette, Silberkupfer nämlich, entstanden, welche, der Richtung nach, der ersten Kupfersilberkette entgegen ist, indem bei der zuerst gebildeten Kette der negative Pol nach unten, bei der später gebildeten hingegen nach oben hervortritt. Wenn also noch ferner diese Ketten wirksam sind: so könnte es nur in der Mitte des Silberbäumchens seyn, keinesweges aber an dem neu gebildeten Kupferbäumchen. Noch deutlicher zeigt sich dies, wenn man den Versuch in der Art anstellt, dafs man über einer Bleiauflösung eine von Silber bildet, und in diese ein Bleistäbchen steckt. In diesem Falle wird sich nämlich die Blei-

egetation an die des Silbers ansetsen und in die Bleiauflösung sich verbreiten, obgleich durch die ersten Bleiblättchen eine galvanische Kette sich gebildet hat, deren negativer Pol nach oben gekehrt ist, und die Reduction sich nicht an dem positiven Blei anlegen sollte.

Es wurde vorher von einer Ausnahme gesprochen, welche bei der Untersuchung über die zweite Bedingung sich ergeben hat. Es ist daher nöthig, dafs wir darauf zurück kommen. Es wird nämlich das salpetersaure Silber von einer Zinkplatin- oder Kupferplatinkette selbst dann reducirt, wenn die leitende Verbindung der Auflösung mit der das positive Metall umgebenden Flüssigkeit durch Metall (einen Platindrath) hergestellt ist, obgleich diese Reduction äufserst langsam und in sehr geringem Grade von Statten geht. Wir glauben jedoch dieser einzigen Ausnahme wegen die aufgestellte Bedingung dennoch nicht aufgeben zu müssen, sondern sind geneigt, diese Reduction des Silbers daraus zu erklären, weil die edlern Metalle überhaupt, und das salpetersaure Silber insbesondere, sich so leicht durch Licht und Wärme von selbst reduciren. Daher denn die geringe Quantität Wasserstoff, welche sich am negativen Pol darstellt, vollkommen hinreichend ist, eine geringe Reduction zu bewirken. Wahrscheinlich wird derselbe Erfolg bei dem Gold, und Platinsalze, und vielleicht auch bei den Quecksilbersalzen, aber auch nur bei diesen, Statt finden; hingegen bei den übrigen, nicht ohne eine andere Substanz regulinisch darzustellenden Metallen, wird eben so wenig, wie bei den Blei- Zinn- und Kupfersalzen, irgend eine Reduction erfolgen, wenn die Leitung durch ein Metall geschieht, oder, was dasselbe ist, wenn das reducirende positive Metall nicht in unmittelbare Berührung mit der Metallauflösung gesetzt wird.

Wenn nun die bisherigen Untersuchungen uns zu dem Schlusse berechtigen, dafs auch bei Metallreductionen durch galvanische Ketten (aus zweien Metallen und einer wässerigen Flüssigkeit) in der nähern chemischen Verwandtschaft des reducirenden positiven Metalles der ursprüngliche und wesentliche Grund derselben liege, während allerdings es einer galvanischen Action (dem am negativen Pol frei werdenden Wasserstoff) mit zuzuschreiben ist, dafs das regulinisch dargestellte in krystallinischer Gestalt an dem negativen Metall sich anlegt: so dürfen wir uns schmeicheln, die drei verschiedenen Arten, wie die Reductionen der Metalle nach dem gegenwärtigen und den beiden vorhergehenden Abschnitten

erfolgen, unter einen einfachen Gesichtspunkt, nämlich, unter den der nähern Verwandtschaft, gebracht zu haben, wobei wir jedoch in dem letzten Falle eine wesentliche und in den beiden ersten Fällen eine mehr oder weniger befördernde Mitwirkung des Galvanismus nicht haben absprechen können.

Schluſs.

Zum Beschlusse dieser Abhandlung wird es zweckmäſsig seyn, einige Worte über die Bedeutung des Ausdrucks chemische Verwandtschaft zu sagen. Denn indem wir sie in den bisherigen Untersuchungen zum Erklärungsgrunde der Metallreductionen gemacht haben, haben wir (nach den gewöhnlichen Begriffen) sie in die verhältniſsmäſsig gröſsere Oxydirbarkeit des reducirenden Metalles, als des aufgelösten, und somit in dessen nähere Verwandtschaft zum Sauerstoff gesetzt; und doch haben wir an mehreren Stellen Manches aufgestellt, was einer solchen Verwandtschaft widerspricht. Und gehe man doch überhaupt die Grundsätze einzeln durch, nach welchen jene nähere Verwandtschaft des reducirenden Metalls zum Sauerstoff, woraus man bisher die Reduction der Metalle einzig und allein erklärt hat, genauer zu bestimmen versuchen möchte: immer wird man auf widersprechende Erscheinungen stoſsen. So z. B. wenn wir die nähere Verwandtschaft nach Berthollet in die Quantität Sauerstoff setzen wollen, welche die Metalle verdichten können, ohne in Säuren überzugehen: so müſsten auſser Eisen auch (der Arsenik) der Spieſsglanz und das Zinn den Zink aus den Auflösungen reduciren, nicht aber umgekehrt der Zink die drei letzten Metalle, weil alle diese Metalle sich mit mehr Sauerstoff verbinden können als der Zink; und aus gleichem Grunde müſste das Blei durch das Zinn reducirt werden können. Auf dieselben Widersprüche stöſst man, wenn man die nähere Verwandtschaft nach der Quantität des Sauerstoffs bestimmen will, mit welchem die Metalle sich durch Einwirkung der Salpetersäure verbinden. Aber auch der Grad der Leichtigkeit, mit der die Metalle sich mit Sauerstoff verbinden, kann keinen Maaſsstab für die nähere Verwandtschaft angeben; denn nach Thomson's richtiger Bemerkung verliert der Arsenik in sehr kurzer Zeit seinen Glanz in der freien Luft, und dennoch ist seine Verwandtschaft zum Sauerstoff nicht so groſs als die des Zinnes, welches Jahre lang der Luft

ausgesetzt seyn kann, ohne seinen Glanz zu verlieren *). — Wenn wir aber auch diese Schwierigkeiten unberücksichtigt lassen wollen, so wird man doch zugeben, dafs es für die Einsicht in die Natur der chemischen Verwandtschaft sehr wichtig ist, ob man einen Einflufs des Auflösungsmittels auf die Reduction annimmt oder nicht. Man war bisher geneigt, diesen Einflufs zu leugnen, und hat daher angenommen, dafs wenn ein Metall im Stande sey, ein anderes aus seiner Auflösung *a* zu reduciren: so wirke es auch, wenn dieses in der Substanz *b* aufgelöst ist. Die von Klaproth zuerst bekannt gemachten Reductionen einiger Metalle aus ihren alkalischen Auflösungen, welche nach denselben Gesetzen wie bei den Auflösungen in Säuren erfolgen, scheinen vorzüglich diese Ansicht bestätigt zu haben. Da jedoch mehrere Erscheinungen bekannt waren, welche uns deutlich darthun, dafs die nähere Verwandtschaft des reducirenden Metalles nicht immer dieselbe ist, wenn das darzustellende Metall in verschiedenen Auflösungsmitteln enthalten ist: so hat man angenommen, dafs ausser der nähern Verwandtschaft zum Sauerstoff auch noch die Auflöslichkeit des reducirenden Metalles in demselben Menstruum, in dem das darzustellende Metall enthalten ist, als Bedingung zur Reduction festgesetzt werden müsse: eine Regel, die wieder ihre Ausnahmen hat. Endlich könnte man noch eine Erfahrung, welche wir bei den durch (frischen) Eisenvitriol bewirkten Reductionen des Goldes und Silbers gemacht haben, als Erklärungsgrund mancher Anomalien betrachten wollen, und daher geneigt seyn, als allgemeines Gesetz anzunehmen, dafs ein bestimmtes Metall nur in einem gewissen Zustande der Oxydation ein anderes zu reduciren vermöge, während bei einem andern Zustande nicht nur diese Fähigkeit wegfalle, sondern sogar umgekehrt das reducirte Metall dem aufgelösten das Menstruum entziehen und sich von neuem darin auflösen könne (ohne jedoch das aufgelöste eigentlich reducirende zu desoxydiren). Aber alle diese Angaben sind weder einzeln noch auch verbunden im Stande, das Verhalten der Metalle in Hinsicht ihrer Reduction auf nassem Wege vollkommen zu erklären. Wir erinnern in dieser Hinsicht auf die längst (schon seit Bergmann) bekannte Eigenschaft des Eisens, das Silber aus seiner Auflösung in Salpetersäure nicht reduciren zu können. Es ist über diese Erscheinung eine kleine sorgfältige Arbeit von Keir (1790) erschienen **).

*) System der Chemie I. S. 365.

**) Versuche und Beobachtungen über die Auflösung der Metalle in Säuren u. s. w., von James Keir, übersetzt von Lentin. Göttingen 1791.

(woraus als Resultat hervorging, dafs sowohl Bergmann's als Kirwan's Ansicht über das Verhalten des Eisens zur Silberauflösung falsch sey, und dafs zwar das regulinische Eisen als solches das Silber nicht reduciren könne, wohl aber, wenn es in schwachem Grade durch die freie Säure der Silberauflösung oxydirt ist *). Ich habe diese Versuche von neuem angestellt, und vollkommen bestätigt gefunden, dafs regulinisches Eisen, so lange es in diesem Zustande bleibt, den Silbersalpeter nicht zu zersetzen im Stande sey, wohl aber, wenn es oxydirt ist. Daher auch in der wässerigen Auflösung eines vollkommen neutralen salpetersauren Silbers nach langer Zeit allerdings Reduction erfolgt, wie Bergmann und Keir gefunden haben würden, wenn sie das Eisen mit der Silberauflösung beim freien Zutritt der atmosphärischen Luft nicht blofs einige Stunden, sondern Tage lang in Berührung gelassen hätten. Demnach kann die Reduction durch die Verdünnung der Silberauflösung mit Wasser sehr befördert werden, so dafs oft schon nach 24 Stunden und noch früher die Reduction des Silbers erfolgt, in so fern nämlich alsdann die Oxydation des Eisens auch früher eintritt. Dafs aber das Verhalten des Eisens wirklich darin seinen Grund hat, dafs es nicht im regulinischen, wohl aber im oxydirten Zustande das salpetersaure Silber zu reduciren vermag, ergiebt sich besonders daraus, dafs es in einer Auflösung dieses Silbersalzes in Alkohol nicht die geringste Veränderung hervorbringt und durchaus keine Oxydation erleidet. Ich habe vor mir ein Stöpselglas, in dem schon seit mehr als drei Monaten Eisendräthe in einer solchen salpetersauren Silberauflösung in Alkohol aufbewahrt sind, ohne dafs eine Spur von reducirtem Silber oder von Oxydation des Eisens sichtbar wäre. Dagegen stellt sich aus dieser Alkoholauflösung schnell das Silber regulinisch dar, wenn es auf schwach oxydirtes (gerostetes) Eisen gegossen wird. Wie will man aber diese Erscheinung erklären, wenn man bedenkt, dafs eben dieses salpetersaure Silber durch Zink, Blei, Zinn, Kupfer und Quecksilber, und zwar in dem Grade schneller und vollkommener zersetzt und regulinisch dargestellt wird, je reiner dies Metall von aller Oxydation angewandt worden? Man könnte zunächst glauben, den Grund in der Salpetersäure suchen zu müssen, indem diese mit dem Eisen keine beständige und unveränderliche Auflösung zu bilden im Stande sey (obwohl es noch immer nicht einzusehen wäre, wie bei einer Oxydation des Eisens diese Störung gehoben werde, oder wie das Zinn diese Reduction be-

*) Keir sagt dies nur mit andern Worten im Geiste der damaligen phlogistischen Chemie.

wirken könne, da es sich fast gar nicht mit der Salpetersäure verbinden kann). Dieser Ansicht widerspricht aber die leichte Ausscheidung des Kupfers durch das Eisen aus seiner Auflösung in Salpetersäure. Wollte man aber die Ursache in dem Silber suchen, welches aus irgend einer unbekannten Ursache (vielleicht wegen der schweren Legierung mit dem Eisen) in regulinischer Gestalt vom Eisen sich nicht scheiden lasse; so ist gegen diese Annahme die Leichtigkeit, mit welcher das Silber durch regulinisches Eisen aus seiner Verbindung mit der Schwefel- und Salzsäure, selbst mit der Essigsäure, reducirt wird. Ja die Wirkung des Eisens auf (geschmolzenes) salzsaures Silber (Hornsilber) ist so stark, daſs, wie ich bereits vor längerer Zeit dargethan habe *), die Reduction desselben bei der bloſsen Berührung des metallischen Eisens mit einem Stück Hornsilber vor sich geht. Man findet nämlich nach einiger Zeit (oft schon nach einigen Minuten), daſs da, wo das Hornsilber das Eisen berührte, das erste Punkte von metallischem Silber, und das zweite Spuren einer sich bildenden Flüssigkeit (salzsaures Eisen) zeigte. Nach längerer Zeit hingegen ist das ganze Hornsilber in Silber verwandelt, ohne die Gestalt verändert zu haben, und das Eisen hat sich in der Salzsäure (im flüssigen Zustande) aufgelöst. Endlich entgeht man auch dadurch den Widersprüchen nicht, wenn man das Verhalten des Eisens zu dem salpetersauren und salzsauren Silber (das zu dem essigsauren und schwefelsauren unbeachtet lassend) daraus zu erklären sucht, daſs man nach Davy's Ansicht in dieser Verbindung das Silber, so wie auch das Eisen, in dem gebildeten salzsauren Eisen, in metallischem Zustande betrachtet, und daher hier die Reduction des Silbers durch die nähere Verwandtschaft des metallischen Eisens zur Säure (*Chlorine*) begreiflich findet, während sie beim salpetersauren Silber aus dem Grunde nicht Statt finden soll, weil bei diesem außer einer nähern Verwandtschaft zur Säure auch eine zum Sauerstoff vorhanden seyn müsse. Es wäre nämlich bei dieser Erklärungsweise nicht einzusehen, warum das Eisen durchaus unvermögend seyn soll, das salzsaure Zinn zu zersetzen, wovon ich mich durch vielfache Versuche überzeugt habe, indem ich sowohl vollkommen reines als auch schwach oxydirtes Eisen mit den verschiedensten Zinnauflösungen in Berührung brachte; und eben so wenig wäre 2) zu begreifen, warum Zinn und Kupfer ohne alle Wirkung auf trockenes Hornsilber bleiben, da doch das salpetersaure, wie bekannt, so leicht zersetzt wird, und zwar ohne Unterschied, es mag nun das Silbersalz

*) S. Gilbert's Annalen der Physik, Jahrgang 1812. S. 230.

in Wasser oder Alkohol aufgelöst seyn, oder auch als trockenes Salz (Silberkrystalle) mit Zinn und Kupfer in Berührung gebracht werden *). Endlich 3) bleibt es immerhin unbegreiflich, warum das Eisen, so lange es regulinisch ist, auch die Bleisalze (essigsaures und salpetersaures Blei) nicht reducirt. Alles dies, was gegen die bisherigen Erklärungsversuche gesagt worden ist, deutet zwar dahin, daſs der Grund dennoch im Eisens gesucht werden muſs, aber nicht in dem Sinne Bergmann's, in der zufälligen Beimischung fremder Substanzen, welche mit dem Eisen sich verbinden, da, wie Keir richtig bemerkt, jedes Eisen dieselbe Erscheinung hervorbringt, sondern in der Natur, in der chemischen Verwandschaft des Eisen selbst. Und dieses mag genug seyn, um dann die Bemerkung anzuschlieſsen, daſs es manche Erscheinungen giebt, die nach den bisherigen bekannten Gesetzen der chemischen Verwandtschaft nicht erklärt werden können, aber noch viel weniger als galvanische Wirkungen betrachtet werden dürfen: eine Bemerkung, zu der man auch sonst noch bei den Metallreductionen auf nassem Wege Gelegenheit genug findet. Wir müssen es daher nur eingestehen, daſs wir über diesen Zweig des chemisches Processes, trotz der mannigfaltigen Bearbeitung, besonders in technischer Hinsicht, noch keinesweges im Klaren sind, und daſs es sich wohl verlohnen möchte, diesen Gegenstand einer sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen, da die Resultate derselben von eben so groſsem Einfluſs für die gesammte Chemie als für die Lehre zom Galvanismus seyn würden.

Auch in einer andern Hinsicht sind noch Untersuchungen übrig, die den vorliegenden Gegenstand betreffen. Denn was die Wirkung der galvanischen Säule in Rücksicht der Metallreductionen anbetrifft; so habe ich meine kaum angefangenen Versuche bis jetzt noch nicht fortsetzen können, und doch läſst sich erwarten, daſs wir durch Versuche mit der galvanischen Säule über Manches von dem Aufgestellten nähern Aufschluſs erhalten werden. So viel glaube ich jedoch nach den dargestellten Versuchen annehmen zu dürfen, daſs im Allgemeinen durch jede galvanische Säule, in wie fern sie die Zersetzung des Wassers bewirkt, auch die Metallreduction am negativen Pol erfolgen wird, weil die Metalle unmittelbar durch den sich entwickelnden Wasserstoff regulinisch ausgeschieden werden, und daſs daher auch dieser Erfolg im genauen Verhältniſs mit der Wasserzersetzung stehen

*) In dem letztern Zustande wird es auch (eben so wie im aufgelösten) durch Zink und weniger durch Blei reducirt.

wird. Auſserdem aber wird der Grad der Reduction von dem Verhalten des aufgelösten Metalles zu den brennbaren Stoffen und namentlich zu dem Wasserstoff abhängen. Daher denn auch durch manche galvanische Säule ein Metallsalz weniger und langsamer reducirt wird, als durch eine (für diesen Fall) wirksame Kette, während dieselbe Säule ein anderes mit groſser Schnelligkeit regulinisch darstellt, wie es keine einfache Kette zu bewirken vermag. Ich hoffe bei günstiger Muſse über diese Gegenstände meine Untersuchungen weiter führen zu können, und werde es mir zur gröſsten Ehre anrechnen, wenn es mir erlaubt seyn sollte, die zu erhaltenden Resultate ebenfalls Einer Erlauchten Akademie vorlegen zu dürfen.

Ueber-

Uebersichtliche Darstellung
der
verschiedenen natürlichen Abtheilungen der Krystallisationssysteme.

Von Herrn C. S. Weiss *).

Wenn die natürlichen Abtheilungen der verschiedenen Krystallisationssysteme in einer Verschiedenheit in den elementarsten Grundlagen und Keimen der Gestalt zu suchen und wirklich in einer solchen aufzufinden sind, wenn Gleichheit oder Ungleichheit den gröſstmöglichen Unterschied innerhalb eines Abzutheilenden überhaupt gewährt: so wird zuförderst, das reguläre System den nicht-regulären entgegenzustellen, der schicklichste Ausgangspunkt für die Entwickelung der natürlichen Abtheilungen der Krystallisationssysteme seyn.

A. Reguläres (sphäroëdrisches) System.

Der gewöhnliche Name regulär für die Körper dieses ersten Systemes ist freilich nicht ganz passend; denn auch die ihm entgegenzusetzenden sind nichts weniger, als ohne Regel und strenges Gesetz; der wahre Unterschied Beider, aufs tiefste verfolgt, beruht vielmehr auf einem Verschiedenwerden, auf einer Differenzirung gewisser Glieder, Stellen und Richtungen

*) Vorgelesen den 14. December 1815.



in den nicht-regulär genannten Systemen, welche in dem sogenannten regulären gleich unter sich, oder indifferent sind. Es eröffnet sich daher (da die Abweichungen ins Unendliche gehen können) eine vorläufig unabsehliche Mannichfaltigkeit von Besonderheiten und Eigenthümlichkeiten für die vom regulären abweichenden Systeme, während das reguläre eine in sich geschlossene unveränderliche Einheit bildet.

Der Name tessular, welchen man dem regulären Systeme auch giebt, ist besser; jedoch zeichnet er das Würfliche als charakteristisch für das System stärker aus, als er sollte; etymologisch gar nur das Viereckige, und dann allzuwenig bezeichnend. Noch besser würde der Name kugliches oder Kugelsystem, griechisch sphäronomisches oder sphäroëdrisches System gebraucht werden können. Denn die Gleichheit nach drei Hauptdimensionen, so wie nach allen Richtungen, welche gegen diese drei gleiches Verhältniſs haben, giebt jedem Körper dieses Systemes, von welchen geradlinigen Flächen er auch begränzt seyn mag, eine entschiedene Aehnlichkeit mit der Kugel; seine gleichnamigen, unter sich gleichen Stellen liegen nach drei Dimensionen vom Mittelpunkt aus gleichmäſsig, und fallen allemal in eine und dieselbe Kugelfläche; so die Ecken des Octaëders, die Ecken des Würfels, des Tetraëders u. s. f. Die in der weiteren Ausbildung des Systemes sich einfindenden Abänderungen machen sichtliche Annäherungen der einfachern Hauptkörper des Systemes zur Kugel; die Kugel selbst erscheint als Gränze, welcher die krystallinischen Bildungen des Systemes, obgleich es das Gesetz des Geradlinigen und Geradflächigen ist, welches der krystallinischen Gestalt zum Grunde liegt, sich doch ins Unendliche annähern können, während in seinen einfacheren Hauptkörpern, bei Gleichheit dreier unter sich rechtwinklicher Dimensionen, eben jenes Gesetz der krystallinischen Gestalt die gröſstmögliche Abweichung von der Kugel einsetzte.

Man könnte noch hinzufügen, daſs in gleichem Sinne, wie die Kugel die (unerreichbare) Gränze für die Bildungen des regulären Systemes ist, eben so jedes andere System einen bestimmten, von der Kugel abweichenden Körper, d. i., das Wort in seiner allgemeinsten Bedeutung genommen, ein bestimmtes Sphäroïd zu seiner Gränze hat.

In Uebereinstimmung mit den Namen, welcher wir uns bei den übrigen Abtheilungen, als der natürlichsten Benennungen für sie, bedienen werden, könnte auch der Name gleichgliedriges System zur Bezeichnung

des regulären empfohlen werden. Vielleicht möchte man um des Wohllautes willen den Namen gleichaxig (und ihm gegenüber ungleichaxig) dem: gleichgliedrig, vorzuziehen geneigt seyn; schicklich ist er in alle Wege, da er sich auf die Gleichheit dreier unter sich senkrechter Axen bezieht, aus welcher die Gleichheit der übrigen Glieder folgt, so wie, wenn die Axen verschieden sind, auch die übrigen Glieder ungleich werden, welche im ersten Falle gleich sind. Ich werde in dieser Abhandlung die so eben vorgeschlagenen Namen gleichgeltend gebrauchen, auch vorläufig mich eben so der früher üblichen, welche verdrängen zu wollen meine Absicht nicht ist, eines wie des andern bedienen.

Das gleichgliedrige, sphäroëdrische System also ist um so schicklicher von vorn herein den ungleichgliedrigen, ungleichaxigen entgegenzustellen, als es der gemeinsame Vergleichungspunkt für diese alle bleibt, und als die Eigenthümlichkeiten eines jeden der letzteren im directen Gegensatz gegen die Eigenschaften von jenem sich entwickeln lassen.

Sein eigentlicher Grundcharakter ist, wie oben schon angedeutet wurde, dieser: drei Dimensionen gleich und rechtwinklich unter sich; oder, mehr physikalisch ausgesprochen: Gleichheit des Gestaltungsactes in diesen drei Dimensionen. Seine Hauptkörper sind: der erste, das reguläre (oder gleichaxige, gleichgliedrige) Octaëder *); der zweite, das Gegenstück von jenem, der Würfel; der dritte, eine gewisse (nicht mechanische, sondern dynamische) Mitte zwischen beiden, das Granatoëder **).

*) Man darf dies auch vorzugsweise, wenigstens wo kein Mißverständniß zu fürchten ist, das Octaëder schlechtweg nennen. Der deutsche Name Achtflächner scheint mir sehr gut und vollkommen zu billigen.

**) Der gewöhnlichste mineralogische Name ist: Granat-Dodekaëder, sehr glücklich von der vorherrschenden Krystallform des Granates, und den zwölf (unter sich gleichen) Flächen, welche den Körper begränzen, hergenommen. Beim öfters wiederkehrenden Gebrauch ist es gut, ihn in Granatoëder zusammenzuziehen; ein Name, der in allen Sprachen verständlich, und daher für den wissenschaftlichen Gebrauch überall geeignet ist. Der deutsche, dem obigen ähnlich gebildete, Name würde, zuerst ausführlich, seyn: Granat-Zwölfflächner, kurz: Granatflächner; statt dessen, eben so gut: Granatkörper.

Der mehr geometrische Name: Rhomben-Dodekaëder (richtiger als Rhomboïdal-Dodekaëder), ist entbehrlich; zwar ist er allerdings brauchbar und bezeichnend, jedoch dieses nicht vollständig; denn alle von zwölf Rhomben begränzte Körper könnten auf ihn Anspruch machen, und nicht bloß dieser, welcher die besondere Eigenschaft und Bedingung hat: daß alle seine zwölf Rhomben unter sich gleich und ähnlich sind. Und

Die übrigen Körper sind abgeleitetere. Wir können von diesen natürlichen Körpern, welche insgesammt von lauter gleichen und ähnlichen Flächen begränzt werden, hier nur eine allgemeine Uebersicht geben.

Der erste unter ihnen ist der Leucitkörper *) oder das Leucitoëder, welchen man auch als den vierten Hauptkörper des Systemes betrachten könnte. Seine Flächen sind die geraden Abstumpfungen der Kanten des Granatoëders, und liegen zugleich zwischen den Würfelflächen und Octaëderflächen; es sind 24 gleiche und ähnliche symmetrische Trapezoïde **), mit ihren stumpfen ebnen Winkeln zu je drei in die acht stumpfen Ecken des Körpers, welche den Würfelecken, mit ihren scharfen ebnen Winkeln zu je vier in die sechs scharfen Ecken des Körpers, welche den Octaëderecken correspondiren und mit ihren mittleren ebnen Winkeln auch zu je vier in die zwölf mittleren Ecken des Körpers vereinigt, welche den Mitten der Flächen des Granatoëders entsprechen. Die Längendiagonale des Trapezoïds wird von der Queerdiagonale im dritten Theil ihrer Länge durchschnitten, oder von ihr in zwei Stücke getheilt, welche sich verhalten

solcher Körper giebt es allerdings nur diesen Einen: nämlich den, wo das Verhältniſs der Diagonalen des Rhomben ist, wie 1 zu $\sqrt{2}$.

*) Ich bezeichne diesen Körper am liebsten mit dem obigen Namen, welcher von dem des Fossils entlehnt ist, welches vorzugsweise diese Krystallform zeigt, und welches den Namen Leucit trägt. Es ist der Körper, welchem Hr. Haüy den Namen Trapezoïdalkörper, *solide trapézoïdal*, gegeben hat, weil seine Flächen 24 gleiche und ähnliche symmetrische Trapezoïde sind; welches alles dieser Name freilich nur unvollkommen bezeichnet.

Der Name Ikositetraëder (Vierundzwanzigflächner), welchen man auch für ihn vorgeschlagen hat, kann nicht für ihn als Spezialname dienen, da er jedem von 24 (und, wenn man will, gleichen und ähnlichen) Flächen begränzten Körper in gleichem Grade gebührt; anderer Inconvenienzen, welche dieser Name hat, hier nicht zu gedenken.

**) Ein symmetrisches Trapezoïd ist jedes, welches durch eine seiner Diagonalen in zwei gleiche und ähnliche ungleichseitige Dreiecke, und durch die andere in zwei gleichschenkliche Dreiecke von gleichen Grundlinien und verschiedenen Höhen getheilt wird. Jene nenne ich die Längendiagonale, diese die Queerdiagonale. Beide schneiden sich jederzeit rechtwinklich; die Längendiagonale theilt die Queerdiagonale jederzeit in gleiche, die letztere die erstere dagegen in ungleiche Theile. Die an der Längendiagonale anliegenden Winkel des Trapezoïds sind jederzeit verschieden; den stumpferen von ihnen nenne ich im allgemeinen den stumpfen, den schärferen den scharfen eines solchen Trapezoïds; die an der Queerdiagonale anliegenden Winkel sind jederzeit gleich; ich nenne sie die mittleren des Trapezoïds, ihr Gröſsenverhältniſs gegen die an der Längendiagonale anliegenden mag seyn, welches es will. Die Seiten eines symmetrischen Trapezoïds sind immer je zwei und zwei sich gleich, aber zwei benachbarte, nicht zwei gegenüberliegende, wie beim Parallelogramm.

wie 1 zu 2 (während die Queerdiagonale, wie in jedem symmetrischen Trapezoïd, von der Längendiagonale in gleiche Theile getheilt oder halbirt wird). Das Verhältniſs der Längendiagonale zur Queerdiagonale ist am Leucitkörper, wie $3\sqrt{3} : 2\sqrt{8} = \sqrt{27} : \sqrt{32}$.

Ich nenne Leucitoïde alle ebenfalls von 24 unter sich gleichen und ähnlichen symmetrischen, aber andern Trapezoïden, als die vorigen, eben so geordnet, begränzte, also dem Leucitkörper oder Leucitoëder ähnelnde, aber von ihm abweichende natürliche Körper dieses Systemes *); ich nenne sie stumpfe Leucitoïde, wenn ihre 6 den Octaëderecken entsprechenden Ecken stumpfer sind, als die am Leucitoëder selbst; ich nenne sie scharfe Leucitoïde, wenn eben diese Ecken schärfer sind, als am Leucitoëder. Die Flächen der stumpferen Leucitoïde liegen alle zwischen den Würfelflächen und denen des Leucitoëders, die Flächen der scharfen Leucitoïde alle zwischen den Octaëderflächen und den Flächen des Leucitoëders.

Pyramiden-Würfel nenne ich die durch Zuschärfung der Würfelkanten entstehenden Körper, oder Würfel, welche auf ihren Flächen mehr oder minder niedrige, von gleichen Flächen gebildete vierseitige Pyramiden tragen; ihre Flächen, an der Zahl wiederum 24, der Art nach gleichschenkliche (und unter sich gleiche und ähnliche) Dreiecke, liegen zwischen den Würfelflächen und denen des Granatoëders **).

Pyramiden-Octaëder nenne ich die durch Zuschärfung der Octaëderkanten entstehenden natürlichen Körper, d. i. Octaëder, welche auf ihren Flächen mehr oder minder stumpfe, von gleichen Flächen gebildete dreiseitige Pyramiden tragen; ihre Flächen, der Zahl nach abermals 24, der Art nach wiederum gleichschenkliche, gleiche und ähnliche Dreiecke, liegen zwischen den Octaëderflächen und den Flächen des Granatoëders ***).

Pyramiden-Granatoëder nenne ich eben so die durch Zuschärfung der Kanten des Granatoëders entstehenden natürlichen Körper; es sind

*) Die Leucitoïde haben, wie man sieht, gleichen Anspruch auf den von Hrn. Haüy dem Leucitoëder gegebenen Namen Trapezoïdalkörper; eben deshalb kann diese Benennung unserm Leucitkörper nicht füglich als Specialname beigelegt werden.

**) Der Endspitzenwinkel des gleichschenklichen Dreiecks ist jederzeit gröſser, als beim Granatoëder, wo er 70° 31′ 43,″6 beträgt, und kleiner, als 90°.

***) Der Endspitzenwinkel des gleichschenklichen Dreiecks am Pyramiden-Octaëder ist jederzeit gröſser, als der entsprechende Winkel am Granatoëder, welcher 109° 28′ 16,″4 beträgt, und kleiner, als 120°.

Granatoëder, welche auf ihren (rhombischen) Flächen mehr oder minder niedrige, von gleichen und ähnlichen ungleichseitigen Dreiecken gebildete vierseitige Pyramiden tragen *); die Zahl der Flächen ist 48; sie liegen zwischen den Granatoëderflächen und denen des Leucitoëders.

Alle anderen Körper, welche in dem sphäroëdrischen Systeme möglich sind, und von lauter gleichen und ähnlichen Flächen begränzt werden, sind — vorausgesetzt, daſs die Flächen einerlei Art, so viele ihrer in dem Systeme möglich, auch alle gleichen Antheil an der Bildung des Körpers nehmen — ohne Ausnahme Acht-und-vierzig-Flächner. Die Zahl 48 ist im allgemeinen die, welche im gleichgliedrigem Systeme die Zahl möglicher Flächen gleichen Werthes ausdrückt; und sie reducirt sich, durch ein Gesetz des Zusammenfallens Mehrerer in Eine, in den Fällen, wo ein Körper von geringerer Anzahl der Flächen in diesem Systeme gebildet wird, auf die geringeren Zahlen 24, 12, 8, 6, 4. Der Grund dieses allgemeinen Gesetzes zeigt sich leicht darin: daſs gegen drei gegebene, unter sich gleiche und rechtwinkliche Dimensionen die Lage einer Ebne von gegebenem Verhältniſs gegen sie, um der Gleichheit der Dimensionen willen, im allgemeinen 48 (d. i. 6. 2^3) mal abgeändert werden kann; und es umfaſst daher auch die allgemeine Theorie dieser Körper die der einfacheren des regulären Systemes mit in sich.

Die 48 Flächen eines solchen Körpers sind jederzeit ungleichseitige Dreiecke **), je 8 um eine Octaëderecke, je 6 um eine Würfelecke, je 4 um eine dritte Ecke vereinigt, welche zwischen je 2 Octaëderecken sowohl, als zwischen je zwei Würfelecken fällt, und welche den mittleren Ecken des Leucitkörpers, oder auch der Endspitze der vierseitigen Pyramide am Pyramiden-Granatoëder correspondirt; denn das Pyramiden-Granatoëder selbst ist einer dieser Achtundvierzigflächner. Die Ecken eines solchen Körpers sind also insgesammt nur der angegebenen dreierlei Art, entsprechend den dreierlei Ecken des Leucitkörpers und der Leucitoïde; eine jede Ecke

*) Der Endspitzenwinkel der vierseitigen Pyramide, welche auf der Fläche des Granatoëders getragen wird, ist jederzeit der gröſseste im ungleichseitigen Dreieck, welches die Fläche bildet; er ist jederzeit gröſser, als der mittlere ebne Winkel im symmetrischen Trapezoïd des Leucitkörpers, welcher 82° 15′ 2,″ 28 beträgt, und kleiner, als 90°.

**) Dies ist eine Folge davon, daſs nach dem Gesetz der krystallinischen Structur jede wirkliche Krystallisationsebne in rationalem Verhältniſs gegen die ihr zum Grunde liegenden Dimensionen steht.

von lauter gleichen ebnen Winkeln gebildet. Eben so sind die Kanten des Körpers dreierlei Art, entsprechend den dreierlei Seiten des ungleichseitigen Dreiecks; zwei dieser Kanten entsprechen wiederum den zweierlei Kanten am Leucitkörper (der längeren, schärferen, und der kürzeren, stumpferen), die dritte der Kante des Granatoëders; und so können sie nach diesen dreien benannt und unterschieden werden: scharfe Leucitkante, stumpfe Leucitkante, Granatoëderkante. Die gerade Abstumpfung der ersteren giebt jederzeit einen Pyramidenwürfel, die der zweiten ein Pyramiden-Octaëder, die der dritten ein Leucitoïd (den Leucitkörper selbst mit inbegriffen; welches der Fall des Pyramiden-Granatoëders ist). Und so können die Achtundvierzigflächner bald als gebrochene Pyramiden-Octaëder, bald als gebrochene Pyramiden-Würfel, bald als gebrochene Leucitoïde *) (und Leucitoëder selbst) erscheinen, je nachdem die Octaëderecken, oder die Würfelecken, oder die mittleren Leucitecken in dem Umriſs des Körpers stärker hervortreten.

Die drei eben genannten Namen könnte man ganz schicklich für die Unterabtheilungen solcher Körper beibehalten; wollte man aber unter ihnen Einen zur Bezeichnung des Körpers in seiner gröſsten Allgemeinheit wählen — und es wird immer gut seyn, solche unmittelbar Figur bezeichnende, nicht bloſs auf Zahl hinweisende — generische Namen für unsere Gattungen von geometrischen Körpern festzusetzen —; so ist der Name gebrochnes Leucitoïd für alle Fälle der der sinnlichen Anschauung angemessenste, d. i. am meisten versinnlichend. Was aber den von der Zahl der Flächen hergenommenen Namen betrifft, so würde ich hier den Namen Sechsmalachtflächner dem vorhin gebrauchten, Achtundvierzigflächner, vorziehen (und eben so den Griechischen Hexakisoctaëder lieber gebrauchen, als Tesserakontaoctaëder); der Name Sechsmalachtflächner deutet die Charaktere von Symmetrie, Ordnung und Ursprung der Flächen schicklich an, welche in dem Namen Achtundvierzigflächner sich verwischen.

Wir haben hier bloſs die Uebersicht derjenigen Körper des sphäroëdrischen Systems gegeben, welche jederzeit von Flächen einerlei Art gebildet werden; die Verbindungen der Flächen von verschiednerlei Körpern zu zusammengesetzten, und die dadurch sich bildenden Uebergänge der einen in die andern übergehen wir. Allein noch ist einer Hauptverschiedenheit in

*) Gebrochen bezeichnet hier kurz: die Flächen symmetrisch, d. i. nach den Längendiagonalen in zwei getheilt.

der Bildung der Körper dieses Systemes zu gedenken, welche um so wichtiger ist, als ihr eine gleiche Verschiedenheit in der Bildung aller übrigen Systeme entspricht.

Bei allen den vorhin genannten Körpern nämlich sind die Flächen gleicher Art vollzählich vorhanden, so viel ihrer möglich sind; und eine wie die andre nimmt gleichen Antheil an der Begränzung des zu construirenden Körpers. Ihnen steht gegenüber eine andere Abtheilung von Körpern desselben Systems, unvollzählich in den zur Begränzung des Körpers concurrirenden gleichartigen Flächen, und zwar mit dem Gesetz: daſs nur die Hälfte der zusammengehörigen gleichartigen Flächen wirklich Begränzungsflächen des Körpers werden, die andre Hälfte aus der Begränzung gänzlich verschwindet und verdrängt wird; der Wechsel dieses Hervortretens der einen und Zurücktretens der andern ist einem eben so bestimmten, sich gleichbleibenden, durchgreifenden Gesetz unterworfen.

In dem Verhältniſs eines vollzählich gebildeten Körpers zu einem von den nämlichen Flächenebnen, aber auf die Hälfte reducirt, gebildeten steht zuförderst das reguläre Octaëder zum Tetraëder. Es sind die nämlichen Flächen, welche dieses begränzen, als beim Octaëder, aber nur die Hälfte; sie haben sich in der Begränzung des Körpers über die andre Hälfte ausgedehnt, und diese ist aus der Begränzung verschwunden. Es sind am Octaëder von je zwei benachbarten Flächen immer eine verschwunden, eine zur herrschenden geworden; gleichnamiges Verhalten trifft je zwei jenseit einer Octaëderecke einander gegenüberliegende Flächen; ungleichnamiges, wie die benachbarten, so auch die entgegengesetzten, einander parallelen. Auf welchen innern Unterschied der hier in der äuſseren Erscheinung gegebene zwischen den verdrängenden und den verdrängten Flächen zurückführt, davon werde ich ein andermal ausführlicher handeln.

Ein zweites Beispiel giebt das Pentagon- oder Schwefelkies-Dodekaëder. Seine Flächen sind die Hälfte der Flächen eines Pyramidenwürfels. Von den vollzählich gedachten Flächen des letztern Körpers fallen wiederum unter zwei benachbarten Flächen eine weg, die andre wird herrschend; zwei jenseit einer Endspitze der vierseitigen Pyramide sich gegenüberliegende verhalten sich gleichnamig; beide werden entweder herrschend, oder beide verschwinden aus der Begränzung. Wie die zweierlei Paare der herrschendgewordenen und der verschwindenden Flächen an den verschiedenen Pyramiden, welche den verschiedenen Würfelflächen correspondiren,

diren, sich gegen einander verhalten, das folgt aus dem unter dem oben ausgesprochnen Gesetz schon mitbegriffenen Umstand: daſs auch von je zwei in der Würfelkante an einander gränzenden (also benachbarten), eben sowohl wie von zwei in einer Endkante der Pyramide an einander gränzenden (d. i. von zwei benachbarten überhaupt) ungleichnamiges Verhalten gilt, oder die eine verschwindet, wenn die andre hervortritt, und umgekehrt. Daſs die entgegengesetzten oder parallelen Flächen des Pyramidenwürfels hier gleichnamig sich verhalten, also auch am Schwefelkies-Dodekaëder je zwei parallele Flächen in der Begränzung bleiben, je zwei parallele aus ihr verschwinden, ist hier wiederum eine Folge jenes Gesetzes für den alternativen Wechsel des Hervortretens und Verschwindens, wie er in dem obigen schon ausgesprochen war.

Das Granatoëder ist eben so wenig, wie der Würfel, fähig, auf gleiche Weise, d. i. nach einem in allen drei Dimensionen gleich wirksamen, und überall eine Differenz zwischen je zwei benachbarte Flächen einsetzenden Gesetze durch Verdrängung der einen Hälfte seiner Flächen und Alleinherrschen der anderen in der Begränzung einen neuen — Hälftflächner des regulären Systems zu erzeugen *), wie das Octaëder das Tetraëder, oder der Pyramidenwürfel das Pentagon-Dodekaëder erzeugt.

Der Leucitkörper und die Leucitoïde dagegen geben nach einem ähnlichen Gesetz der Reduction ihrer Flächen auf die Hälfte allerdings neue Hälftflächner des regulären Systems, und zwar die Pyramidentetraëder, d. i. Tetraëder, welche auf ihren Flächen niedrige dreiseitige Pyramiden tragen, deren Grundflächen mit den Seitenflächen des Tetraëders coïncidiren, oder Körper, welche durch Zuschärfung der Kanten des Tetraëders entstehen. Einem jedem Leucitoïd, wie dem Leucitoëder selbst, entspricht ein bestimmtes Pyramidentetraëder, d. i. von bestimmtem Verhältniſs der Höhe seiner Pyramide gegen die Basis. Die Art und Weise ihrer Entstehung aus den Leucitoïden ist die, daſs je drei um eine stumpfe Ecke des Leucitoïds vereinigte Flächen bleiben, während die drei um jede der benachbarten

*) Daſs aus dem Granatoëder durch Verschwinden von 6 benachbarten Flächen an ihm, welche zusammen die Seitenflächen einer 6seitigen Säule bilden, und durch das Uebrigbleiben der 6 anderen Flächen ein Rhomboëder entstehen kann, ist ein ganz andrer, hieher nicht gehöriger Fall, und das Gesetz für ihn, sofern er als gesetzlich eintretend gedacht werden soll, nach den drei gleichen Dimensionen des sphäroëdrischen Systems ungleich wirkend, und deshalb das Gebiet der dem sphäroëdrischen System zugehörigen Körper überschreitend.

stumpfen Ecken vereinigten verschwinden u. s. f.; der Gegensatz trifft je drei Flächen gegen je drei, wie sie zusammen am Leucitoïd Einer Octaëderfläche entsprechen; und dann ist das Verhalten von der Octaëderfläche gegen die benachbarte hier das nämliche, wie bei der Verwandlung des Octaëders in das Tetraëder.

So wie die Leucitoïde die Pyramidentetraëder, die Pyramidenwürfel die Pentagon-Dodekaëder erzeugen durch jenes Gesetz eines alternativen Verschwindens und Hervortretens der einen Flächenhälfte gegen die andere, so entspringen auch aus den Pyramidenoctaëdern neue Hälftflächner; — Trapezoïd-Dodekaëder wird ihr bequemster, Trapezoïd-Pyramiden-Tetraëder (oder trapezoïdische Pyramidentetraëder) der allerdings längere, aber freilich noch mehr bezeichnende Name für sie seyn. Die Flächen sind 12 gleiche und ähnliche symmetrische Trapezoïde, je drei mit ihren stumpfen Winkeln (vgl. oben S. 292; 2te Note) in eine stumpfe, mit ihren gegenüberliegenden scharfen ebnen Winkeln auch je drei in eine scharfe, und je vier mit ihren unter sich gleichen mittleren ebnen Winkeln in eine mittlere Ecke des Körpers vereinigt. Der stumpfen Ecken, wie der scharfen, sind 4; die einen entsprechen den Flächen des Tetraëders, die anderen den Ecken desselben; der mittleren Ecken sind 6; sie entsprechen, obwohl sie nicht gleichkantig sind, sondern abwechselnd stumpfere und schärfere Kanten haben (kürzer ausgedrückt: zwei- und zwei-kantig sind), der Lage nach den scharfen Leucit- oder den Octaëderecken. Es treten also die Ecken des Tetraëders in dem Umriſs des neuen Körpers am stärksten hervor; zugleich aber erhält derselbe durch das Heraustreten der mittleren Ecken, und durch die symmetrisch-trapezoïdische Form seiner Flächen eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Leucitkörper; daher wohl auch der Name Leucit-Tetraëder zu seiner Bezeichnung gewählt werden könnte. Wo er in der Natur vorkommt, wird er sich gewiſs in der nächsten Verbindung mit dem Tetraëder zeigen, welchem sich auch die aus den Leucitoïden entspringenden Pyramiden-Tetraëder anschlieſsen.

Von den gebrochnen Leucitoïden oder den Sechsmalachtflächnern könnte man sich mehrerlei Arten von Hälftflächnern durch das Wegfallen der einen Hälfte der Flächen aus der Begränzung und durch die Ausdehnung der übrigen über die verschwindenden hinweg entstehend denken, immer so, daſs nach den drei unter einander senkrechten Grund-

dimensionen die Erscheinungen gleich, und somit der Körper ein dem sphäroëdrischen System zugehöriger bliebe. Es könnten nämlich

1) je sechs und sechs über einer und derselben Octaëderfläche sich zur Pyramide erhebende abwechselnd hervortreten und verschwinden, nach gleicher Ordnung, wie die Octaëderflächen selbst, wenn sie sich auf das Tetraëder reduciren. Dies wäre der tetraëdrische Hälftflächner eines gebrochenen Leucitoïds, oder das gebrochene Pyramiden-Tetraëder. Seine 24 Flächen sind ungleichseitige Dreiecke, seine Ecken dreierlei Art: 4 scharfe, welche den Tetraëderecken entsprechen, und von je 6 der spitzesten ebnen Winkel gebildet werden; die 6 Kanten dieser Ecken abwechselnd stumpfer und schärfer; ferner 4 stumpfe, von je 6 minder spitzen ebnen Winkeln gebildet, den Mitten der Tetraëderflächen correspondirend; die 6 Kanten, welche sie bilden, im allgemeinen *) wieder abwechselnd stumpfer und schärfer; endlich 6 mittlere, von je 4 der stumpfsten ebnen Winkel gebildet, und den Octaëderecken entsprechend; die 4 Kanten einer solchen Ecke wiederum abwechselnd stumpfer und schärfer. Alle Ecken dieses Körpers entsprechen daher den Ecken des Leucit-Tetraëders oder trapezoïdischen Pyramiden-Tetraëders; und die dreiflächigen Ecken dieses letzteren Körpers sind nur durch Brechung der Flächen (Halbirung nach der Längendiagonale) in 6flächige mit abwechselnd stumpferen und schärferen Kanten, d. i. in 3- und 3kantige Ecken verwandelt.

2) Es können weiter von den sechs über einer jeden Octaëderfläche sich erhebenden Flächen je drei abwechselnde herrschend werden, und sich über die drei andern hinweg verlängern, so daſs diese aus der Begränzung verschwinden. Dann können

a) entweder von den 6 Pyramidenflächen der einen Octaëderfläche und den 6 einer angränzenden die benachbarten, also in einer schärferen Leucitkante unsers Sechsmalachtflächners zusammenstoſsenden Flächen zweier benachbarten Pyramiden gleichnamig, oder

b) diese benachbarten Flächen können ungleichnamig oder umgekehrt sich verhalten, so daſs, wenn die eine sich verlängert, die andre verschwindet, und umgekehrt.

Im ersten Falle *a*) bleiben von den 24 gleichen scharfen Leucitkanten des gebrochnen Leucitoïds zwölf, und verlängern sich. Von je 4, wie

*) Der Fall ist auch möglich, wo die 6 Kanten sich gleich, oder der Unterschied je dreier und dreier = 0 wird. Im allgemeinen aber ist das Verhältniſs der Drei und Drei unter einander variabel, und deshalb die Gleichheit Ein möglicher Fall unter allen zufolge der Variabilität jenes Verhältnisses möglichen.

sie am gebrochnen Leucitoïd nebst 4 Granatoëderkanten in die 8flächig (4- und 4kantig) gewordene Octaëderecke zusammenstiessen, bleiben zwei einander gegenüber liegende, während die zwei zwischen ihnen liegenden (nebst den Granatoëderkanten) verschwinden; und über den zwei verschwundenen erhebt sich ein neues Kantenpaar durch die Verlängerung der bleibenden Flächen. So wird die Ecke, welche der Octaëderecke entspricht, wieder zu einer 4flächigen, zwei- und zweikantigen. Die Würfelecken werden wieder 3flächig; aber die Flächen, welche sie bilden, die bleibenden Flächen der sich verwandelnden 6seitigen Pyramide, bekommen eine schräge, gleichsam gedrehte Stellung gegen die Hauptkörper des Systems und die von ihnen abhängenden Hauptlinien, wie sie sie allerdings, einzeln genommen, schon im gebrochenen Leucitoïd selbst hatten. Ausser den 8 Würfelecken und den 6 Octaëderecken bilden sich zwölf neue, jede wieder durch 4 Flächen, mit dreierlei Kanten (einer verlängerten scharfen Leucitkante, ihr gegenüber einer zweiten, welche über der verschwindenden Leucitkante sich erhebt, und zwischen diesen beiden noch zwei gleichen nach der Würfelecke zulaufenden) *). Diese zwölf neuen Ecken entsprechen denjenigen zwölf Ecken des Pentagon- oder Schwefelkies-Dodekaëders, welche nicht den Würfelecken correspondiren, d. i. denen, welche an den Hauptkanten des Pentagon-Dodekaëders anliegen, jenen grösseren, stumpferen Kanten des gewöhnlichen Schwefelkies-Dodekaëders, welche zugleich die Grundlinien der symmetrischen Fünfecke sind. Die verlängerten scharfen Leucitkanten unsers neuen Körpers entsprechen den Längendiagonalen dieser symmetrischen Fünfecke am Pentagon-Dodekaëder (d. i. derjenigen Linie, welche das symmetrische Fünfeck in 2 gleiche und ähnliche Trapezoïde theilt, oder welche aus dem der Grundlinie entgegenstehenden ebnen Winkel des Fünfecks nach der Mitte der Grundlinie selbst gezogen wird). Und jetzt springt es mit hinlänglicher Klarheit hervor, dass unser neuer Körper nichts andres ist, als ein gebrochenes Pentagon-Dodekaëder, das symmetrische Fünfeck des letzteren in 2 gleiche und ähnliche Trapezoïde getheilt; versteht sich, mit derjenigen Verän-

*) Eine solche 4flächige Ecke nennt man in der Geometrie der Krystalle am besten: ein-, ein- und zwei-kantig, im Gegensatz der vorhin erwähnten zwei- und zweikantigen, oder auch derer, welche von zweierlei Flächen, aber gleichen Kanten gebildet werden, und welche ich zwei- und zweiflächig nenne, oder endlich derer, wo Kanten sowohl als Flächen alle gleich sind, d. i. der viergliedrigen. Die Anwendbarkeit dieser und ähnlicher Ausdrücke, wie sie für die folgenden Abtheilungen der Krystallisationssysteme besonders nothwendig sind, auch auf die einzelnen Eigenschaften der Körper des regulären Systems, ist hier klar.

derung ihrer Figur, welche aus der in dem Wort gebrochen ausgedrückten, grösseren oder geringeren Neigung der getheilten Flächen gegeneinander hervorgeht, und welche zugleich bewirkt, daſs über der Mitte einer Hauptkante des Dodekaëders sich eine vierflächige Ecke zwei- und -zweikantig erhebt, welche, wie bekannt, die der Octaëderecke entsprechende Ecke des neuen Körpers ist.

So haben wir also an ihm den mit dem Schwefelkies-Dodekaëder in der nächsten Beziehung stehenden, oder pentagon-dodekaëdrischen Hälftflächner, aus dem gebrochnen Leucitoïd entsprungen, wie vorher den tetraëdrischen. Seine Flächen sind Trapezoïde, und in ihnen das eine Paar an einander liegender Seiten gleich, die übrigen Seiten ungleich (3-, 4- und 5-seitige Trapezoïde), die Ecken die vorhin beschriebenen 6, 8 und 12, die Kanten die dreierlei, wie sie den dreierlei Seiten des Trapezoïdes entsprechen. Entgegengesetzte Flächen werden an ihm wieder parallel (— nicht so bei dem tetraëdrischen Hälftflächner —). Der Körper selbst, dem pentagon-dodekaëdrischen System im engeren Sinn angehörig, findet sich an dem Schwefelkies selbst in der Natur.

Endlich hätten wir den obigen Fall *b*) noch zu beleuchten, den, wo nicht allein unter den 6 Flächen einer über der Octaëderfläche sich erhebenden Pyramide des Sechsmalachtflächners je zwei benachbarte im Gegensatz des Verdrängens und Verdrängtwerdens sich befinden, sondern auch die Flächen einer Pyramide mit den angränzenden Flächen einer benachbarten, so daſs also dieser Gegensatz auch jenseits einer scharfen Leucitkante eintritt, wo er im vorigen Fall nicht Statt fand, wo im Gegentheil im vorigen Fall gleiches Verhalten nach beiden Seiten hin, oder Gleichnamigkeit statt des Gegensatzes obwaltete. Die Folge ist, daſs nun auch diese schärferen Leucitkanten an dem neuen Körper verschwinden, welche an dem vorigen noch blieben; daſs also alle Kanten des gebrochnen Leucitoïds in der Begränzung des neuen Hälftflächners verschwinden. Ueber den 24 verschwindenden Flächen bilden sich neue Ecken durch die Verlängerung der 24 herrschend werdenden; je 3 bilden über der verdrängten die neue Ecke. Die Würfelecken und die Octaëderecken des Sechsmalachtflächners bleiben; die ersteren werden zu 3flächigen, eben so wie in dem Falle *a*); d. i. des gebrochnen Pentagon-Dodekaëders; die Octaëderecken werden aus 8flächigen auch zu 4flächigen, und zwar durch das Verschwinden der abwechselnden in die Octaëderecke zusammenstoſsenden 8 Flächen des Sechsmalachtflächners, da-

 ner gleichkantig, so wie gleichflächig, d. i. gleichgliedrig, aber die Flächen eben so schräg gegen die Hauptrichtungen des Körpers gedreht, wie schon vorhin die Flächen des Körpers a), von der Würfelecke aus betrachtet; welches Verhältniss, wie bemerkt, auch in unsern jetzt zu construirenden Hälftflächner mit übergeht. Die mittlere Leucitecke des Sechsmalachtflächners zieht sich in eine Kante aus, welche je zwei der neuen 24 Ecken mit einander verbindet. Die Lage dieser 12 neuen Kanten gegen einander wird an dem sich bildenden Körper so, dass sie, sowohl von einer Octaëderecke, als von einer Würfelecke aus gesehen, dort je 4 der Octaëderecke, hier je 3 der Würfelecke zunächst liegende, in gleicher Richtung gedreht erscheinen. Die 24 Flächen des neuen Körpers selbst werden Fünfecke, und zwar mit einer einzelnen, und zwei Paaren von Seiten; die gleichen Seiten der Paare an einander anliegend, die einzelne Seite an zwei zu den verschiedenen Paaren gehörige angränzend. Die einzelnen Seiten sind jene schon erwähnten 12 neuen Kanten, welche an die Stelle der 12 mittleren Leucitecken des Sechsmalachtflächners treten, und je zweien der 24 Flächen die gemeinsamen Grundlinien werden; sie verdienen daher den Namen Grundkanten. Ihnen gegenüber liegt ein Winkel, in welchem das Ende einer anderen Grundkante die Fläche berührt. Das kleinere Seitenpaar geht von dem Ende zweier benachbarter Grundkanten, von der der Fläche selbst, und der in dem gegenüberliegenden Winkel sie berührenden, nach der Würfelecke; das grössere Seitenpaar von den nämlichen Endpunkten zweier benachbarter Grundkanten nach der Octaëderecke hin. Die ebnen Winkel des Fünfecks sind alle verschieden, die Winkel der einzelnen Paare unter sich, der Winkel, welchen die Seite des einen Paares mit einer des andern bildet, d. i. der der Grundkante gegenüberliegende Winkel; endlich die zweierlei Winkel, welche an der Grundkante selbst anliegen, und welchen sie mit einer Seite des längeren und einer des kürzeren Paares bildet *). Die Ecken des Körpers sind, wie schon bemerkt, dreierlei Art, 6, 8 und 24. Die Kanten auch dreierlei, entsprechend den dreierlei Seiten des Fünfecks.

Man kann sich die Bildung des neuen Körpers auch so versinnlichen, dass er entsteht, wenn man sich die Flächen irgend eines Leucitoïds, je drei und drei, wie sie um eine Würfelecke herum liegen, unter Beibehaltung ihrer Neigung gegeneinander, in der Ebne der Octaëderfläche um ein Gewisses

*) Ein solches Fünfeck ist also zwei-, zwei- und ein-seitig und fünfwinklich, d. i. von 5 verschiedenen Winkeln.

gedreht denkt, zur Rechten oder zur Linken, und je drei benachbarte wieder in gleicher Richtung, ebenfalls rechts oder ebenfalls links, um dieselbe Gröfse. Es ist dadurch leicht einzusehen, wie eine jede der vorhin trapezoïdischen Flächen an einer der mittleren Ecken, und zwar an derjenigen, gegen welche hin die Drehung Statt findet, mit der jenseit dieser Ecke ihr gegenüberliegenden Fläche sich nunmehr in einer Kante schneiden mufs, und das ist die einzelne, die Grundkante des neuen 2-, 2- und 1-seitigen Fünfecks. Die übrigen Kanten des neuen Körpers bleiben die analogen von dem des Leucitoïds, und paarweise gleich, wie dort, so wie sie auch durch das gegenseitige Sichschneiden der nämlichen Flächen gebildet werden, wie am Leucitoïd selbst. Daher scheint der beste Name für unsern neuen Körper der eines gedrehten Leucitoïds zu seyn.

Der nämliche Körper ist aber von zweierlei Art möglich; und es unterscheiden sich die rechtsgedrehten und die linksgedrehten Leucitoïde von selbst, und sind eben so wenig der Verwechselung fähig, als wo sonst dieses Verhälltnifs von umgekehrt-ähnlichen und gleichen Körpern unter den natürlichen Bildungen vorkommt *). Rechtsgedreht werden wir die nennen, wo die Grundkante des Fünfecks (den der Octaëderecke entsprechenden, von dem längeren Seitenpaare unter sich gebildeten Winkel nach oben gekehrt) zur Rechten, — linksgedreht diejenigen, wo, bei der nämlichen Stellung des Fünfecks, die Grundlinie desselben zur Linken liegend erscheint.

Das früher erörterte gebrochne Pentagon-Dodekaëder kann man sich, wie schon oben erwähnt wurde, allerdings auch durch eine ähnliche Drehung je dreier Flächen eines Leucitoïds entstehend denken. Allein wenn die einen drei dann in einer gegebenen Richtung gedreht sind, so sind je drei benachbarte nicht in der nämlichen, sondern in der umgekehrten Richtung gedrehet. Deshalb verlängern sich von dem längeren Seitenpaare des Trapezoïds (als der Fläche des Leucitoïds) diejenigen Seiten, wo die Flächen der benachbarten Drei und Drei gegen einander gedreht, oder durch die Drehung einander genähert werden; es verkürzen sich dagegen diejenigen, an welchen je zwei Flächen durch die Drehung von einander entfernt, oder von einander weggedrehet werden. Diejenigen Flächen aber, welche in der mittleren Leucitecke einander gegenüberliegen, kommen nicht

*) Vgl. meine Abhandlung über die gewöhnlichste Zwillingskrystallisation des Feldspathes in Schweigger's Journ. f. Ch. u. Ph. B. XI.

zum Sichschneiden in einer neuen Kante, sondern bleiben bloss in Berührung mit einander in der Ecke selbst, wie im Leucitoïd. Die Ecke rückt nur nach der Richtung fort, wohin die Drehung der beiden Drei sie gemeinschaftlich führt. Deshalb wird die Figur der Fläche an dem neuen Körper nicht ein Fünfeck, sondern wieder ein Trapezoïd, und zwar ein solches, in welchem von den zwei Paaren der Seiten, in dem symmetrischen des Leucitoïdes das eine Paar, das kürzere, gepaart bleibt, das längere dagegen aufhört unter sich gleich zu seyn, indem die eine Seite sich verlängert, die andre sich verkürzt. So wird das symmetrische, oder 2- und 2-seitige Trapezoïd des Leucitoïdes durch diese Art von Drehung zu einem 2-, 1- und 1-seitigen; das Leucitoïd selbst aber zum gebrochnen Pentagon-Dodekaëder.

Dieser Körper hat nun nicht mehr die Zwiefachheit eines rechten und linken, weil an ihm beide Drehungen im Gleichgewicht sind und sich gegenseitig aufheben. Man könnte ihn zwar unter der Benennung der gedrehten Leucitoïde mitbegreifen; und er würde dann zum Unterschied von den vorigen gegensinnig-gedreht zu nennen seyn, während diese gleichgedreht heissen würden. Allein da er die oben bemerkte nahe Verwandtschaft mit dem Pentagon-Dodekaëder besitzt, so wird es besser seyn, wie wir gethan haben, ihn bloss mit dem Namen gebrochnes Pentagon-Dodekaëder zu bezeichnen, und den Namen gedrehte Leucitoïde ausschliesslich für die gleichsinnig-gedrehten zu gebrauchen, die dann jederzeit entweder rechtsgedrehte oder linksgedrehte sind.

Wenn gleich diese Körper in der Wirklichkeit noch nicht bekannt sind, so ist es doch gewiss nicht unnütz, auf sie und ihre Verhältnisse zu den vorigen aufmerksam gemacht zu haben; ja, das genauere Studium der feineren Unterschiede, welche die so zahlreichen, immer dem regulären oder sphäroëdrischen Systeme angehörigen Gestaltungsweisen so vieler verschiedener Fossilien doch wohl noch öfters wesentlich unterscheiden mögen, fordert eine vorgängige möglichst vollständige Untersuchung alles dessen, was in diesem System möglich, oder wozu die Anlage in ihm gegeben ist.

So viel geht aus dem bisherigen deutlich hervor: dass das sphäroëdrische System in zwei grosse Abtheilungen sich trennt, von denen die erste die Hauptabtheilung ist: das vollgliedrig- (oder vollflächig-) sphäroëdrische System; alle Flächen, welche gleicher Art seyn können, sind in den ihm angehörigen Körpern vollzählich vorhanden, und im Gleichgewicht; die zweite bildet eine Nebenabtheilung: das hälftflächig-sphä-

sphäroëdrische System *); und dieses zerfällt wieder in zwei Unterabtheilungen: das tetraëdrische und das pentagon-dodekaëdrische System.

Daſs unsre gedrehten Leucitoïde keiner von diesen beiden Unterabtheilungen angehören würden, macht ein gegründetes Bedenken, sie schon jetzt vorgreifend in die Zahl der wirklichen natürlichen Körper mit aufnehmen zu wollen. Vielmehr würden sie, wenn sie sich als solche bewährten, das Daseyn einer neuen, dritten Unterabtheilung der hälftflächig-sphäroëdrischen Systeme beurkunden.

B. Vom regulären oder sphäroëdrischen abweichende Systeme.

Die von dem eben beschriebenen sphäroëdrischen oder gleichaxigen abweichenden Krystallisationssysteme haben zur Grundlage, entweder wie das reguläre, auch drei unter sich rechtwinkliche Dimensionen, aber dann nicht alle drei unter sich gleich; oder ihre Grundlage bilden überhaupt nicht drei unter sich rechtwinkliche Dimensionen.

Die erstern zerfallen: *a*) in die, bei welchen von den drei unter einander rechtwinklichen Dimensionen zwei unter sich gleich, aber von der dritten verschieden sind — dies sind die viergliedrigen Krystallisationssysteme; — und

b) die, wo alle drei unter einander rechtwinkliche Dimensionen ungleich sind. Diese Abtheilung enthält die zwei-und-zwei-gliedrigen Krystallisationssysteme, nebst den zwei-und-ein-gliedrigen, und den ein-und-ein-gliedrigen; die letzteren drei bilden bloſse Unterabtheilungen in Einer Hauptabtheilung, denen ähnlich, welche selbst in dem Gebiete des regulären Statt finden.

Die zweiten geben die besonders ausgezeichneten und beinahe vorzugsweise merkwürdigen Bildungen der sechsgliedrigen und der drei-und-drei-gliedrigen Krystallisationssysteme, beides auch nur Unterabtheilungen Einer Hauptabtheilung, wie die vorigen. Sie beruhen beide auf dem Verhältniſs Einer Hauptdimension gegen drei

*) Man kann auch das erste das homosphäroëdrische, und dieses zweite das hemisphäroëdrische System nennen.



andre unter sich gleiche und auf der ersten senkrechte. Aber auch sie allein scheinen nur Ausnahme von der sonst allgemeinen Gründung der krystallinischen Gestalt auf das Verhältniss zwischen drei unter einander senkrechten Dimensionen zu machen. Es läfst sich als allgemeine Thatsache ansehen, dafs, wo die Grundregel der krystallinischen Gestaltung nicht in drei unter sich rechtwinklichen Dimensionen liegt, kein andrer Fall eintritt, als der hier ausgesprochene: nämlich der von vier Dimensionen, von welchen Eine senkrecht auf den drei übrigen, diese aber gleich unter sich sind (daher alle drei in Einer Ebne und unter 60° sich schneidend).

α. Viergliedriges System.

Die Analogie zwischen dem regulären Systeme und dem viergliedrigen sowohl, als den zwei-und-zwei-gliedrigen, ist schon für sich einleuchtend, und beruht darauf, dafs die drei unter sich senkrechten Dimensionen Grundlagen der Gestaltung bleiben, und nur ihr Gröfsenverhältnifs unter einander variirt. Es ist auch offenbar, dafs das reguläre System nur Ein bestimmtes Glied ausmacht unter den möglicherweise unendlich Vielen, in welchen die Gröfsen-Verhältnisse der drei Dimensionen unter einander als variirend gedacht werden können.

Sind die Dimensionen ungleich, so sind sie es in einem bestimmten Verhältnifs. Es sind daher auch so vielerlei viergliedrige sowohl, als zwei-und-zwei-gliedrige Krystallisationssysteme möglich, als bestimmte Verhältnisse der Ungleichheit unter den drei rechtwinklichen Dimensionen Statt finden können. Mit variirenden Winkeln und Proportionen behalten die Gestalten aller dieser Systeme ihre Analogieen sowohl unter sich, als mit den Körpern des regulären Systemes.

So entspricht jedem viergliedrigen System als Hauptkörper zuförderst ein bestimmtes Octaëder, welches wir der Analogie nach ein viergliedriges nennen wollen, wie am Zirkon, am Zinnstein, Honigstein u. s. f. Eine ächte doppelt vierseitige Pyramide, die Axe derselben gegeben als eine von allen übrigen Linien in der Figur sich unterscheidende Dimension, die einzelne nämlich der obigen drei, den beiden andern unter sich gleichen als ungleich entgegengesetzte; die je vier Flächen der Pyramide von gleichem Werth unter sich, gleich gegen die Axe geneigt, gleiche und ähnliche gleichschenkliche Dreiecke; die Endkanten alle gleichen Werthes, und unterschieden von den Seitenkanten oder den Kanten an der gemeinschaftlichen Grundfläche der

Pyramiden; diese auch wieder gleich und gleichen Werthes unter sich, so daſs die gemeinschaftliche Grundfläche der Pyramiden, d. i. der auf der Axe senkrechte und das Octaëder halbirende Queerschnitt, ein Quadrat wird; daher auch der Name Quadrat-Octaëder (*octaèdre à bases carrées*), welchen man ihm hin und wieder gegeben hat.

Diesem Octaëder gegenüber steht in dem viergliedrigen Systeme die rechtwinkliche vierseitige Säule mit gleichem Werthe der Seitenflächen und gerad angesetzter Endfläche, d. i. das rechtwinkliche Hexaëder oder Parallelepiped des viergliedrigen Systemes; und zwar für ein jedes solches System mit bestimmtem Verhältniſs zwischen Höhe und Breite; vom Würfel, dessen Analogon hier die Säule ist, unterschieden durch den bestimmten Unterschied zwischen Endfläche und Seitenflächen; die letzteren gleich unter sich, rechtwinklich nicht nur unter sich, sondern auch gegen die Endfläche.

Endstellen und Seiten- oder Lateralstellen sind also schon unterschieden im viergliedrigen Systeme, in Folge des Unterschiedes der Grunddimensionen, statt daſs kein Unterschied dieser Art Statt fand im regulären. Am viergliedrigen Octaëder trifft er die Kanten, die Ecken, die ebnen Winkel und die Neigungswinkel, nicht die Flächen; am viergliedrigen Hexaëder oder rechtwinklichen Parallelepiped trifft er insbesondre die Flächen, nicht die Ecken, aber auch die Kanten, und dem gemäſs, strenge genommen, auch die ebnen Winkel und die Neigungswinkel.

Auch das Analogon für den dritten Körper des gleichgliedrigen Systems, das Granatoëder, lieſse sich gar wohl im viergliedrigen System ebenfalls aufzeigen. Allein es ist zu bemerken, daſs der Körper, welcher das Analogon darstellen würde, schon nicht mehr, wie beim regulären Systeme, aus Flächen Einer Art zusammengesetzt wäre, sondern nach dem früher schon in den End- und Lateral-Stellen des Systems liegenden Unterschiede aus zweierlei im Werth unter sich verschiedenen Flächen, davon die einen Seitenflächen einer rechtwinklich vierseitigen Säule, die andern die Flächen eines viergliedrigen Octaëders sind *). Es bedarf übrigens der Aus-

*) Dieselbe Bemerkung läſst sich allerdings auch in Bezug auf das rechtwinkliche Parallelepiped dieses Systemes machen. Der wesentliche Unterschied zwischen Seitenflächen und Endflächen hat zur Folge, daſs auch sie schon getrennt, oft in der Ausbildung des ganzen Systems die einen gar nicht, die andern allein, und immer wenigstens jedes in anderem Maaſse und auf seine Weise, unabhängig von dem andern, vorkommt. Beurtheilt

zeichnung dieses Körpers, als eines sichtlich nicht mehr einfachen, oder wahrhaft elementaren, vorläufig nicht. Wo wir veranlafst wären, ihn mehr herauszuheben, würde ich ihn am besten ein Granatoïd des viergliedrigen Systemes zu nennen glauben.

Die Mannichfaltigkeit der Bildungen im viergliedrigen System ist nicht eben grofs. Die gegen die Axe geneigten Flächen gehören entweder, und das im gewöhnlichsten Fall, wiederum einem viergliedrigen Octaëder an; oder einer doppelt-achtseitigen Pyramide mit abwechselnd stumpferen und schärferen Endkanten, weshalb ich sie kürzer eine vier-und-vierkantige Doppelpyramide, oder ein vier-und-vierkantiges Dioctaëder nenne. Die gemeinschaftliche Grundfläche der Pyramiden ist ein Achteck mit abwechselnd stumpferen und schärferen Winkeln, oder, wie man es deshalb auch nennen kann, vier-und-vierwinklich.

Es ist kein Beispiel bekannt, dafs dieser von 16 gleichen und ähnlichen Flächen begränzte Körper irgendwo rein ausgebildet vorkäme; sehr selten, dafs auch nur die Flächen desselben die herrschenden in der Gestalt wären; beinah immer sind sie der von den übrigen Flächen hervorgebrachten herrschenden Gestalt blofs untergeordnet. Uebrigens ist allerdings die Zahl 16 für dieses System die des Maximums von Flächen, welche von gleicher Art möglich sind. Es ist diese Zahl hier das nämliche, was im sphäroëdrischen Systeme die Zahl von 48 gleichen und ähnlichen Flächen ist. Und es leuchtet ein, dafs die Verdreifachung der Zahl 16 zu 48 im sphäroëdrischen Systeme Folge der Verdreifachung der Axen ist, welche gleichen Werth unter sich haben.

So wie im sphäroëdrischen Systeme die Reduction der allgemeinen (gleichartigen) Flächenzahl 48 auf 24, 12, 8, 6, 4 Statt findet; so findet im viergliedrigen Systeme die Zahl 16 ihre Reduction auf 8, 4, und 2.

Was die der Axe parallelen Flächen in diesem Systeme betrifft, so sind es im allgemeinen Flächen von achtseitigen, abermals 4-und-4-kantigen Säulen, d. i. mit abwechselnd stumpferen und schärferen Seitenkanten; und diese sind wiederum der Reduction auf rechtwinklich-vierseitige Säulen durch Zusammenfallen je zweier Flächen in Eine fähig.

Die auf der Axe senkrechte Fläche endlich ist eine einzig-mögliche,

man also die Einfachheit eines Körpers nach der Gleichartigkeit seiner Flächen, so kann das viergliedrige Octaëder allein auf den Namen des einfachsten Körpers im viergliedrigen Systeme Anspruch machen.

die gerad angesetzte Endfläche der Säule, und in ihr das Maximum des Zusammenfallens von 16 Flächen gleicher Art, in a verwirklicht.

Von der Erscheinung, welche im sphäroëdrischen System mannichfach sich darbot, dafs eine bestimmte Hälfte gleichartiger Flächen durch das Ueberwiegendwerden der andern Hälfte verschwand, oder, wie wir es allgemein nennen können, dafs das System aus einem homoëdrischen in ein hemiëdrisches sich verwandelte, von dieser Erscheinung haben wir im viergliedrigen System nur eine einzige sichere Spur, und zwar beim Kreuzstein *). Und, was merkwürdig ist, es ist nicht dasjenige Verhalten, welches das System tetraëdrisch machen würde, wozu doch das viergliedrige Octaëder, seinen geometrischen Eigenschaften nach, eben sowohl geeignet wäre, als das reguläre; im Gegentheil also kennt man bis jetzt von einem Tetraëdrischwerden des viergliedrigen Systems noch kein Beispiel. Beim Kreuzstein verschwinden vielmehr von den Flächen eines Octaëders, mit zwei einander in der Endspitze gegenüber liegenden zugleich die ihnen parallelen, und umgekehrt mit den einander auch gegenüber liegenden Herrschendwerdenden werden es zugleich die ihnen parallelen; in so fern gleicht die Veränderung mehr derjenigen, welche in dem sphäroëdrischen System das pentagon-dodekaëdrische entwickelt; das Ansehen des viergliedrigen Systems aber bekommt durch jenes Wegfallen je zweier einander gegenüberliegender Flächen von vier, eine entschiedene Aehnlichkeit mit dem zwei-und-zwei-gliedrigen, ohne jedoch meines Erachtens einen wahrhaften Uebergang in dieses zu bilden, da die inneren Grundlagen des Systems in Beiden wesentlich verschieden bleiben.

b. Zwei-und-zwei-gliedriges System.

Die Grundlage eines zwei-und-zwei-gliedrigen Systemes bilden, wie oben bereits angegeben wurde, drei unter sich rechtwinkliche Dimensionen, alle drei von verschiednem Werthe, oder ungleich unter einander.

*) Als ein zweites Beispiel könnte der Wolfram angesehen werden, und würde, wenn er anders als solches anzusehen wäre, die nämliche Erscheinung bei einem gleichen Gange der Entwickelung auf einer höheren Stufe zeigen. Er ist indefs ein zweideutiges Beispiel, und scheint, seiner äufseren Gestaltung nach, ganz dem 2-und-2-gliedrigen Systeme anzugehören. Mehr über ihn zu sagen, gehört nicht hieher, sondern der speciellen Schilderung dieses Fossils selbst.

Derjenige Körper, welcher für ein solches System eben das ist, was das reguläre Octaëder für das sphäroëdrische System ist, ist ein Octaëder, dessen drei Axen, durch je zwei entgegengesetzte seiner Ecken gelegt, mit jenen drei unter einander rechtwinklichen Granddimensionen zusammenfallen. Ein solches Octaëder hat also dreierlei Axen und dreierlei Ecken, in welchen diese sich endigen; auch dreierlei Kanten, und diese je vier sich gleich; aber einerlei Flächen. Die Flächen sind unter sich gleiche und ähnliche ungleichseitige Dreiecke, alle gleich gegen die nämlichen Axen geneigt, verschieden gegen die verschiedenen, und an den verschiednerlei Kanten auch verschieden geneigt unter sich. Je vier gleiche Kanten bilden einen Rhombus, dessen Diagonalen mit zwei von den drei ungleichen Axen zusammenfallen, und auf welchem die dritte Axe senkrecht steht. Die sämmtlichen Kantenaufrisse *) des Octaëders sind daher drei verschiedene Rhomben, von denen ein jeder in Bezug auf eine der drei Axen des Körpers als Grundfläche einer doppelt vierseitigen Pyramide angesehen werden kann, als welche das Octaëder sich auch betrachten läſst. Beim regulären Octaëder waren alle diese Kantenaufrisse Quadrate, beim viergliedrigen Octaëder aber der eine ein Quadrat, die beiden andern zwei, und zwar unter sich gleiche und ähnliche, Rhomben, die jedoch beide nicht schicklich als Grundflächen einer doppelt vierseitigen Pyramide genommen werden konnten, weil die Eine Hauptaxe des Systemes auch für die Lage der Axe der Pyramiden entschied. Hier, wo jede der drei Axen mit gleichem Rechte als Axe der Pyramiden genommen werden kann, und bei jeder der drei Axen ein Rhombus die gemeinschaftliche Grundfläche der Pyramiden bildet, bot sich der gewöhnliche Name Rhomben-Octaëder (*octaèdre à bases rhombes*) für diesen Körper gut und bezeichnend dar. Ich nenne ihn auſserdem ein zwei-und-zwei-kantiges Octaëder, welcher Name den Zusammenhang des Körpers mit dem zwei-und-zwei-gliedrigen System ausspricht, und anzeigt, wie je zwei und zwei Kanten — nebst den ihnen parallelen **) — immer gleichen Werthes, die übrigen aber andern Werthes sind.

Das Gegenstück zu dem zwei-und-zwei-kantigen Octaëder — in glei-

*) So nenne ich kurz die durch gegenüberliegende Kanten eines Körpers und zugleich durch seinen Mittelpunkt gehenden Durchschnitte.

**) Bei allen diesen Benennungen: 2-und 2-, 4-, 6-gliedrig u. s. f. zähle ich parallele Flächen oder Kanten nur für Eine. Nur Glieder mit verschiedenen Richtungen werden als verschiedene gezählt.

chem Sinn, wie der Würfel es ist, gegen das gleichgliedrige Octaëder — bildet das rechtwinkliche Parallelepiped von dreierlei Werth seiner verschiedenen Flächen. Jede kann als Endfläche, jede als Seitenfläche gelten, und beide Seitenflächen bleiben immer verschieden, sowohl unter sich, als gegen die Endfläche. Der Name der rechtwinklichen vierseitigen Säule gebührt daher diesem Parallelepipede minder, und wird besser vorzugsweise für den analogen Körper des viergliedrigen Systems aufgehoben. Wo es eines kurzen Namens für jenes Parallelepiped bedarf, da wird der Name Oblong-Hexaëder oder Oblong-Prisma vorläufig am bequemsten gebraucht werden können, so wie Quadrat-Prisma für den entsprechenden Körper des viergliedrigen Systems *).

Ein Granatoïd (d. i. ein dem Granatoëder ähnelnder Körper) des zwei-und-zwei-gliedrigen Systemes liefse sich ganz schicklich auch unterscheiden; und es würde dieser Körper gegen das zwei-und-zwei-kantige Octaëder und das ihm zugehörige Oblong-Prisma genau eben so sich verhalten, wie das Granat-Dodekaëder zum regulären Octaëder und zum Würfel, oder überhaupt in dem gleichaxigen Systeme sich verhält.

Allein es würde diesem Granatoïd wesentlich seyn: daſs die zwölf Rhomben, von denen es begränzt ist, von dreierlei Art seyn müssen, den dreierlei Kanten des Rhomben-Octaëders entsprechend, deren Abstumpfungsflächen die Flächen des Granatoïdes sind.

Eben aber weil diese Flächen von dreierlei verschiednem Werthe und Wesen sind, so kommen auch die einen der Regel nach nicht gleichmäſsig mit den andern in der Natur gebildet, sondern ein jedes der dreierlei Paare **) mehr für sich, und mit den andern in der Ausbildung nicht gleichen Schritt haltend vor. Ja unter der ungemein groſsen Anzahl eben solcher Krystallisationssysteme möchte nicht in einem einzigen ein recht vollständiger Repräsentant dieses Körpers unter den natürlichen Bildungen anzutreffen seyn; vielmehr scheint es durchgängige Regel und Charakterzug der zwei-und-zwei-gliedrigen Krystallisationssysteme zu seyn, daſs die dreierlei zusam-

*) Was oben S. 307 in der Note in Bezug auf den Unterschied der Seiten- und Endflächen bei der ächten rechtwinklich-vierseitigen Säule (des 4-gliedr. Systems) gesagt wurde, gilt jetzt von dem dreifachen Unterschiede der dreierlei Flächen des rechtwinklichen Parallelepipeds (Orthoëders), von welchem hier die Rede ist.

**) Paare von Flächen nenne ich hier 4 unter sich gleiche, von denen zwei und zwei einander parallel sind, also nicht einzeln, sondern die parallelen für Eine gezählt werden; vergl. Note **) der vorigen Seite.

mengehörigen Paare von Flächen, welche einem und demselben zwei-und-zwei-gliedrigen Granatoïd angehören, immer verschieden in der Weise der Entwicklung der Gestalt sich verhalten, das eine auf Kosten des andern vorherrscht, ein andres zurücksteht, mehr und mehr jenem weicht, oder sich ganz verbirgt, oder auch in seiner Mitwirkung zur Gestaltung des Ganzen sich völlig anders verhält, als das erste. Es bleibt daher unser zwei-und-zwei-gliedriges Granatoïd mehr ein geometrisches Bild, und als solches von Werth für das Studium dieser Abtheilung der Krystallisationssysteme.

Statt des Granatoïds, als des gleichmäſsigen Zusammentretens aller drei Paare, werden vielmehr Combinationen von bloſs zweien unter einander (— immer nebst den ihnen parallelen —) eine gewöhnliche Erscheinung; eine jede solche Combination im gegenseitigen Gleichgewicht der Flächen giebt wiederum ein Octaëder *) von eigenthümlicher Art, ein zwei-und-zweiflächiges nämlich; und es ist sogleich einleuchtend, daſs die verschiednen Combinationen eines und desselben Granatoïds zu dreierlei solchen Octaëdern den Grund legen; deshalb man auch solche drei Octaëder wird zusammengehörige nennen können. Wieder aber werden sie nur in dem geometrischen Bilde gleichen Rang haben eines wie das andre; in der Natur dagegen werden die einen, und nicht die andern Combinationen vorkommen, und so den wesentlichen Unterschied weiter bekräftigen, mit welchem die Natur jene dreierlei Glieder des Systems in der Bildung behandelt.

Ein Octaëder der hier betrachteten Art kann zum geometrischen Namen am besten den des Oblong-Octaëders führen, in Harmonie mit den Namen Rhomben- und Quadrat-Octaëder; wenigstens halte ich diesen Namen für vorzüglicher als den von Rectangular-Octaëder, welcher ihm von andern Schriftstellern gegeben zu werden pflegt. Das Octaëder erscheint ganz natürlich als eine doppelt vierseitige Pyramide, deren

Axe

*) Nicht jeden von 8 Flächen begränzten Körper darf man, dem Sprachgebrauch zufolge, Octaëder nennen; diesem würde es gänzlich zuwider seyn, wenn man z. B. eine 6seitige Säule mit ihren beiden Endflächen auch ein Octaëder nennen wollte. Nur der von 8 dreieckigen Flächen, von welchen je zwei und zwei einander parallel sind, begränzte Körper (welcher also nur 6 Ecken hat, jede von 4 ebnen Winkeln gebildet), nur dieser darf in der Krystallographie Octaëder genannt werden. Mehr aber die Bedeutung dieses Namens beschränken zu wollen, würde auf der andern Seite auch gar nicht vortheilhaft, und keineswegs zu billigen seyn.

Axe gegeben ist (für jedes der drei zusammengehörigen eine andre von den drei dem ganzen System zum Grunde liegenden, unter sich rechtwinklichen, aber ungleichen Axen); die Flächen sind je zwei und zwei (nämlich die gegenüberliegenden an einer und derselben Endspitze) gleich gegen die Axe geneigt, die beiden andern zwischenliegenden aber unter einem andern Winkel, jedoch ebenfalls gleich unter sich; die Flächen selbst sind zweierlei, beides aber gleichschenkliche, Dreiecke; unter den Endkanten unter sich ist kein Unterschied (wie es bei dem Rhomben-Octaëder der Fall war), sondern bloſs zwischen ihnen und den Lateral- oder Seitenkanten, d. i. den Kanten der gemeinschaftlichen Grundfläche der Pyramiden; eben so ist unter den Ecken kein Unterschied, als der der Endspitzen und Lateralecken; die gemeinschaftliche Grundfläche der Pyramiden selbst ist ein Oblongum oder längliches Rechteck. Die beiden durch die Endkanten gelegten Aufrisse des Körpers sind zwei, unter sich gleiche, gleichseitige Parallelogramme, also der Regel nach Rhomben. Von jenem Oblongum erhält das Octaëder seinen geometrischen Special-Namen.

Ich bediene mich auſserdem für das Oblong-Octaëder des Namens eines zwei-und-zwei-flächigen, als eines Namens, welcher sich eng an die ganze Reihe unsrer Betrachtungen anschlieſst. Dem zwei-und-zweikantigen Octaëder gegenüber bezeichnet er, beide im zwei-und-zweigliedrigen System eingeschlossen, die Gleichheit im Werth von je zwei *) Flächen (nebst den ihnen parallelen), und ihr Geschlossenseyn in sich, ihre Abweichung von jeden andern, wie dort die Gleichheit von je zwei Kanten, wo dagegen die Flächen alle gleichen Werthes waren. Vorhin nannten wir ein Octaëder viergliedrig, und werden uns des Endwortes gliedrig in gleichem Sinn künftig für die Bezeichnungen andrer Körper bedienen, wo beides, Flächen sowohl als Kanten, der angegebenen Zahl nach als von gleichem Werthe unter sich, angezeigt werden sollten **); hier haben wir die zwei Fälle, gleiche Flächen bei ungleichen Kanten, und gleiche Kanten bei ungleichen Flächen, in jenem Fall ein zwei-und-zwei-kantiges, in diesem ein zwei-und-zwei-flächiges Octaëder.

*) Es werden hier immerfort nur verschieden laufende Flächen oder Kanten besonders genannt, die ihnen parallelen sind immer stillschweigend mit verstanden; vgl. Note **) S. 310.

**) Es sind immer gegen die Axe geneigte Glieder, welche in der Zahl gleich gefunden werden, von welcher das System den Namen trägt. Für die der Axe parallelen oder auf ihr senkrechten Glieder ähnlicher Art finden Reductionen dieser Zahlen Statt, durch Zusammenfallen mehrerer Glieder in eines, wie wir dessen oben schon gedacht haben.

Nehmen wir weiter Rücksicht auf die Erscheinung solcher aus zwei Paaren begränzender Flächen gebildeter Körper in der wirklichen Krystallbildung, so ist, eben wieder zufolge der durchaus wesentlichen Verschiedenheit beider Paare, und der Eigenthümlichkeit eines jeden, der gewöhnlichste Fall, daſs sie nicht in gleichem Grade sich gegenseitig beschränken, und den Körper nicht zu dem Octaëder selbst zusammendrängen, sondern daſs das eine Paar vorherrscht, das andre zurücktritt; das vorherrschende Paar dehnt sich aus zu Seitenflächen einer Säule, das andere wird zu Endigungsflächen derselben, und das zwei- und -zweiflächige Octaëder verwandelt sich in eine geschobene vierseitige Säule (die Seitenflächen gleichen Werthes unter sich), an den Enden zugeschärft, die Zuschärfungsflächen auf zwei gegenüberstehende Seitenkanten der Säule, und zwar gerad, aufgesetzt, beide Zuschärfungsflächen gleich, die Zuschärfung also symmetrisch — Wiederum würde es geometrisch gleichgültig seyn, welches von beiden Paaren das vorherrschende wird und die Seitenflächen der Säule bildet, und welches dagegen zu den Zuschärfungsflächen des Endes zurücktritt. Offenbar liegt die Anlage zu zweierlei solchen Umgestaltungen in jedem solchen Octaëder. Nicht gleichgültig ist es aber in dem wirklichen Krystallisationssystem der bestimmten Gattung. Da kann wohl beides vorkommen, so wie mehrere der dreierlei möglichen Combinationen unsrer Paare selbst, und mit diesen eine gröſsere Annäherung oder weitere Entfernung von dem Granatoïde, welches durch eine ganze Reihe von zwei- und- zweiflächigen Bildungen hindurch gleichsam als geometrisches Normalbild vorschwebt; allein ob die drei Paare alle vorkommen, ob sie sich dem Gleichgewicht unter sich mehr und mehr nähern, oder eins mehr und mehr das andre ausschlieſst, ob, wo zwei vorhanden sind, diese beiden sich das Gleichgewicht halten, und ob, wo Ueberwiegen Statt findet, bald das eine, bald das andre das überwiegende ist, oder ob das eine stets als das Untergeordnete, das Nachstehende sich zeigt, das alles werden charakteristische Züge und Eigenheiten, nicht allein eines einzelnen Vorkommens, sondern des ganzen Ganges der Gestaltung in jedem gegebnen wirklichen Krystallisationssystem dieser Abtheilung.

Zu den dreierlei Säulen, zu welchen im allgemeinen die dreierlei Flächen-Paare eines und desselben Granatoïds die Seitenflächen geben, liefern die dreierlei Flächen unsere Oblong-Prisma's oder des rechtwinklichen Parallelepipedes dieses Systems, jede einzeln — nebst der ihr parallelen —, die gerad angesetzten Endflächen. Man überblickt leicht im allgemeinen die

große Mannichfaltigkeit von Erscheinungen, in welche sich der *Habitus* oder das allgemeine Ansehen eines solchen Systemes verzweigen kann. Die Säulen verändern sich durch symmetrische Zuschärfungen oder gerade Abstumpfungen ihrer zweierlei Seitenkanten. Die rechtwinklich vierseitige Säule, welche jederzeit durch gerade Abstumpfung beider Kanten entstehen kann, unterscheidet sich von der des viergliedrigen Systems durch den ungleichen Werth der Seitenflächen. Die Endigungen der Säule sind außer der gerad angesetzten Endfläche symmetrische Zuschärfungen, zwei-und-zweiflächige Zuspitzungen (aus zwei Zuschärfungen, die sich rechtwinklich kreuzen, zusammengesetzt), oder endlich zwei-und-zweikantige Zuspitzungen, nebst den verschiedenen Verbindungen dieser aller unter einander. Durch alle Arten und Weisen der Erscheinung leuchtet der deutlich ausgeprägte Charakter des zwei-und-zwei-gliedrigen Systems unverkennbar hindurch. Die Zahl des Maximums von Flächen gleicher Art, welche beim sphäroëdrischen Systeme 48, beim viergliedrigen 16 war — die parallelen Flächen hier jede für sich gezählt — ist im zwei-und-zwei-gliedrigen System 8; und ihre Reductionen bloß die auf 4 und 2.

c. Zwei-und-eingliedriges System.

Das zwei-und-eingliedrige System zeigt auf eine auffallende Weise jene Erscheinung, deren Vorkommen wir schon im sphäroëdrischen System genugsam nachgewiesen haben: daß nämlich von gewissen ursprünglich (der Lage, dem geometrischen Verhältnisse nach etc.) gleichen Gliedern die einen verschwinden, während die andern die vorwaltenden oder alleinigen werden. Im allgemeinen stehen die zwei-und-eingliedrigen Systeme zu den zwei-und-zweigliedrigen in einem ähnlichen Verhältniß, wie oben die hemisphäroëdrischen zu den homosphäroëdrischen, oder überhaupt wie hälftflächige zu vollflächigen. Zwar fanden sich auch im zwei-und-zweigliedrigen System Spuren eines gewissen Zurücktretens, nämlich unter den dreierlei zusammengehörigen Paaren von Flächen; ja es charakterisirte dies sogar den Gang der Bildung im zwei-und-zwei-gliedrigen System, daß von diesen dreierlei Paaren immer die einen oder die andern die vorherrschenden wurden. Auch kann man diese drei Paare Glieder gleicher Stufe nennen; aber sie waren doch nicht gleich, sondern ungleich; und eben nach Maaßgabe ihrer Ungleichheit treten die einen vor, die andern zurück in der Bildung. Hier im zwei-und-ein-gliedrigen Systeme dagegen tritt das Ver-

hältniſs von Vorherrschen des einen und Zurücktreten des andern Gliedes zunächst ein zwischen den zweierlei Flächen eines und desselben Paares.

Nachdem nämlich das eine der drei zusammengehörigen Paare aus der Begränzung gänzlich verschwunden und gleichsam schon vergessen ist, und von den zwei übrig gebliebenen das eine sich vorherrschend zur Säule aufgeworfen hat, entsteht nun ein neues Verdrängungsverhältniſs zwischen den zwei übrig gebliebenen Zuschärfungsflächen des Endes untereinander. Eine wird unter diesen die vorwaltende, die andre wird zurückgedrängt und verschwindet. So wird aus der Säule mit der Zuschärfung die geschobne vierseitige Säule mit schief angesetzter Endfläche, und dies ist als der einfachste charakteristische Körper dieser neuen Abtheilung anzusehen. Die Seitenflächen haben noch, wie vorher, gleichen Werth unter sich; die Endfläche ist noch, wie sie es vorher als Zuschärfungsfläche war, auf eine der Seitenkanten der Säule gerad aufgesetzt *) (welches niemand, der die Wernersche Sprache kennt, mit dem Schief-Angesetzten, welches ihr zugleich zukommt, verwechseln wird); beides sind wesentliche und unerlaſsliche Bedingungen für das, was wir unter unserm Hauptkörper des zwei- und -eingliedrigen Systems, der geschobnen vierseitigen Säule mit schief angesetzter Endfläche verstehen. Man könnte diesen Körper das symmetrische Parallelepiped, oder das symmetrische Hexaëder, und vorzugsweise, nennen; denn das ist er; durch eine Ebne getheilt, welche durch diejenigen beiden sich entgegengesetzten Seitenkanten gelegt wird, auf welche die Endflächen aufgesetzt sind, zerfällt er symmetrisch in zwei gleiche, aber sich umgekehrt ähnliche Hälften. Allerdings zerfällt aber auch das Rhomboëder und der Würfel von einer, durch je zwei entgegengesetzte Endkanten (beim Würfel: Kanten überhaupt) gelegten Ebne getheilt, in gleiche Hälften, und zwar der Würfel in congruente, nicht einander umgekehrt ähnliche; deshalb würde die Einschränkung des Namens: symmetrisches Hexaëder u. s. f. auf den Hauptkörper des zwei- und -eingliedrigen Systems nur conventionell geschehen können; indeſs wäre sie wohl zulässig, besonders um der einen ausgezeichneten Richtung der Theilung willen, welche ihm das Recht auf diesen Namen verschafft. Da indeſs ein noch bezeichnenderer Name für ihm gar wohl zu wünschen, und im Zusammenhange mit unsern obigen Bezeichnungen nicht schwer zu finden ist, so würde ich am liebsten

*) D. i. gegen die beiden die Kante einschlieſsenden Seitenflächen gleich geneigt.

den des zwei- und -einflächigen Parallelepipeds (oder Hexaëders), kürzer den Namen Zwei- und - Einflächner, griechisch, und in der wissenschaftlichen Sprache am bequemsten, Hen-dyoëder (die Stellung der Zahlen im Griechischen des Wohlklangs wegen umgekehrt wie im Deutschen) vorschlagen. Immer würde der Name bezeichnen, wie von den Flächen, die den Körper begränzen, zwei — nebst den ihnen parallelen — von gleichem Werthe, gleichen Eigenschaften, und eine dritte — nebst der ihr parallelen — eine einzelne, von jenen im Werthe und den Eigenschaften verschiedene ist *).

In den weiteren Fortbildungen eines solchen Systems zeichnet sich eine Bildung besonders aus, nämlich: wo an die Stelle der schief angesetzten Endfläche ein Paar von Flächen mit schief laufender Endkante tritt **), dieses Paar wieder unter sich von gleichem Werthe, und abweichend von den übrigen, die schief laufende Endkante aber in der Richtung der vorher schief laufenden Endfläche selbst, so daſs diese wieder zur Abstumpfungsfläche der schief laufenden Endkante wird. Ein solches System, in welchem dieser Charakter vorherrscht, augitartig zu nennen, würde der Analogie gemäſs seyn, da der Augit eins der ausgezeichnetesten Beispiele dieser Art unter den nicht eben seltenen Fällen des Vorkommens solcher Krystallisationssysteme giebt.

Der Charakter des Systems bleibt in allen Verzweigungen seiner Gestalten leicht kenntlich, nämlich: Symmetrie in der Säule, und Unterschied der vorderen und hinteren Seite jedes Endes; die rechte und linke Seite des Endes sind sich gleich; und umgekehrt-ähnlich. Der Unter-

*) Der Name Rhombus, welchen man solchen Körpern wohl noch in den Wernerschen Krystall-Beschreibungen beigelegt findet, kann auf keinen Fall beibehalten werden. Denn abgesehen davon, daſs dieser Name, wie bekannt, eine Fläche, und keinen Körper bezeichnet, so entsteht durch ihn auch die Verwechselung von dreierlei ganz wesentlich verschiednen Körpern unter einander, welchen allen dieser Name beigelegt worden ist, nämlich 1) unsers Rhomboëders, d. i. desjenigen schiefwinklichen Parallelepipeds, dessen Flächen alle von gleichem Werthe und gleichen Eigenschaften sind; 2) desjenigen schiefwinklichen Parallelepipeds, von welchem wir hier sprechen, und dessen Flächen von zweierlei Art sind, zwei, nebst ihren parallelen, von gleichem Werthe unter einander, aber verschieden von der dritten; endlich 3) desjenigen, dessen Flächen von dreierlei verschiednem Werthe sind. Eine fernere Verwechselung dieser wesentlich verschiedenen Krystallformen würde künftig der Wissenschaft nur nachtheilig seyn.

**) Wenn die schief laufenden Zuschärfungen des einen Endes mit den ihnen parallelen des andern in der Seitenkante der Säule unter sich in Berührung kommen, so entsteht abermals ein Octaëder eigner Art, welches ich ein hendyoëdrisches nennen möchte.

schied der vorderen und hinteren Seite des Endes aber zeigt sich sowohl bei den einzelnen schief laufenden Endflächen, als auch bei den verschiednen Zuschärfungen mit schief laufenden Endkanten, und bei deren Combinationen unter sich und mit jenen.

Es findet sich ein deutlicher Uebergang von der vorigen Abtheilung der zwei- und-zweigliedrigen Systeme, in diese hier, durch eine Reihe von Fossiliengattungen hindurch. In den einen kommen, wie im 2- und 2-gliedrigen System, beide zusammengehörige schief laufende Endflächen, die vordere sowohl als die hintere, als Zuschärfungsflächen des Endes wirklich vor, in einigen sogar vom wirklichen Gleichgewichte an bis zum entschiedenen und regelmäſsigen Uebergewicht der einen über die andere; in den andern kommt die zweite (hintere) Fläche kaum je, in manchen gar nicht mehr zum Vorschein. Die physischen Eigenschaften, in Glanz, Ansehen, Streifung der Flächen, in dem ihr correspondirenden blättrigen Bruch u. s. f., steigen bei den ersten bis zur gänzlichen Gleichheit zwischen den sich einander entgegenstehenden Flächen, bei den letzteren sinken sie, selbst wo die hintere Fläche noch zugegen ist, man möchte sagen, bis zur Unvergleichbarkeit der herrschenden mit denen ihres Gegenstückes, ja bis zum wirklichen Verschwinden der letzteren herab; ohne die Stufenreihe beobachtet zu haben, würde man vielleicht kaum auf die Vermuthung kommen, daſs da, wo sie nicht mehr sichtbar ist, noch von einer verborgenen Existenz von ihr die Rede seyn könne; so aber bleibt sie, als die verdrängtwordene in der Erscheinung, dem Gedanken noch ganz unzweifelhaft gegenwärtig.

Ich werde den Ausdruck: zwei-und-eingliedrigen System, nur von solchen Krystallisationssystemen gebrauchen, in welchen ich das Vorhandenseyn eines zweiten dem herrschenden ebenbürtigen Gegengliedes in der Endigung behaupte und fordere, auch da, wo es in der Erscheinung völlig unterliegen und unsichtbar geworden seyn sollte. Oefters ist eine solche Annahme auch den bisherigen Haüy'schen Bestimmungen der geometrischen Eigenschaften solcher Systeme gemäſs; zuweilen aber nöthigt sie, von Haüy's Bestimmungen abzugehen. Gesetzt, es fänden sich in der Wirklichkeit Fälle, wo diese Annahme mit den beobachteten Erscheinungen an solchen Systemen sich nicht in Einklang bringen lieſse, so würde dann die Absonderung und die Wahl eines neuen Namens für sie nöthig werden; sie würden mit unserm zwei-und-eingliedrigen Systeme das Wesentliche gemein haben, daſs ihre Hauptform als eine geschobne vierseitige Säule von

gleichem Werthe der Seitenflächen, und mit schief angesetzter, auf eine der Seitenkanten der Säule gerad aufgesetzten Endfläche angesehen werden könnte, der Unterschied aber würde darin bestehen, daſs das Zugehörige einer versteckten Gegenfläche, gegen die vorhandene schief angesetzte Endfläche, gleicher aber umgekehrter geometrischer Lage gegen diese, geradezu geläugnet würde, oder daſs aus der ersten Supposition die Art und Weise der weiteren Entwickelung des Systemes unerklärbar bliebe. Allein, ich glaube nicht, daſs es einen solchen Fall in der Wirklichkeit giebt. Welche unter den bekannten hier der Gegenstand besondrer Probleme seyn möchten, davon kann erst anderwärts die Rede seyn.

Eine merkwürdige allgemeine Eigenschaft, welche aus der Natur unsrer zwei-und-ein-gliedrigen Systeme hervorgeht, ist die Anlage, die in ihnen liegt: den ganzen Bau der Endkrystallisation auf gegebner identisch bleibender Säule doppelt oder zweimal zu entwickeln, je nachdem nämlich von den beiden ursprünglich einander gleichgeltenden, oder, wie ich es oben nannte, ebenbürtigen, schief laufenden Endflächen (wenn sie im Gleichgewicht stehen, Zuschärfungsflächen) entweder die eine oder die andre die Function der verdrängenden oder der verdrängtwerdenden Fläche bekommt, und dieser Rolle gemäſs in der weiteren Gestaltung fortwirkt. Gemäſs dem Gegensatz der vorderen und hinteren Seite desselben Endes, darf man sich nur die vorherrschend gewordene schief angesetzte Endfläche das einemal als der vorderen, das andremal als der hinteren Seite eines und desselben Endes angehörig denken, um diese zwei sich völlig gleichenden Hälften, in welche die Gestaltung des Systemes zu zerfallen die Anlage in sich trägt, sich sogleich anschaulich zu machen, und bei der Erscheinung der einen die gleiche Möglichkeit und ursprüngliche Begründung der andern in Gedanken ihr gegenüber zu stellen.

d. Ein-und-zweigliedriges System.

Unsere bisherige Darstellung der zwei-und-eingliedrigen Systeme entspricht der Voraussetzung, daſs von den zwei Paaren *) von Flächen, welche zur Begränzung des Hauptkörpers concurrirten, dasjenige das in der Ausdeh-

*) Man denke zurück an die drei zusammengehörigen Paare des zwei-und-zweigliedrigen Systemes, und wie bei dem zwei-und-eingliedrigen das eine derselben gänzlich verschwunden, von den zwei übrigen aber das eine vollständig vorhanden, das andre halbvortretend geworden war; s. oben S. 316.

nung vorwaltende zu seyn pflegt, in dessen Glieder jenes gegenseitige Verdrängungsverhältniss nicht eintritt, sondern wo diese, eins wie das andre, sich zeigen, und beide beim Vorherrschen in der Gestalt die Seitenflächen der insgemein in die Länge sich dehnenden Säule geben. Indess, der entgegengesetzte Fall findet sich auch, obwohl seltner. Mit der schief angesetzten Endfläche werden andre der einzelnen, abgeleiteteren, auch schief angesetzten Endflächen (immer einer Zuschärfung angehörig, von welcher die eine Fläche wegfällt, während die andre sich ausdehnt), oder auch mehrere solcher einzeln gewordener abgeleiteter unter einander, die vorherrschenden an der ganzen Gestalt; sie dehnen sich gemeinschaftlich zu dem Ansehen einer neuen Säule aus, zu deren Seitenflächen sie werden; man möchte diese Säule in Bezug auf die erste, und wegen des verschiedenen Werthes ihrer Seitenflächen, allenfalls die Pseudo-Säule oder die unsymmetrische nennen. Bloss parallele Flächen sind in einer solchen Säule unter sich gleich; Seitenflächen von verschiedener Richtung, — so viele ihrer sich immer bilden mögen, — alle verschiedenen Werthes. Bleiben die vorigen Seitenflächen, so werden sie an dieser neuen Säule zu Zuschärfungsflächen des Endes, aber auf die Seitenkanten der neuen Säule auf eine eigenthümliche Weise schief aufgesetzt *), dennoch beide auf gleiche Weise und ihre Kante unter sich horizontal, wenn die neuen Seitenkanten der Säule vertikal gestellt werden; also von den augitartigen gänzlich abweichend im Ansehen. Gerad aufgesetzt erscheinen diese Zuschärfungsflächen auf eine gewisse bestimmte Abstumpfungsfläche jener neuen Seitenkante, welche nicht selten auch vorhanden ist; diese Abstumpfungsfläche ist dann aber in bestimmtem Grade verschieden geneigt gegen die zwei Seitenflächen, deren Kante unter sich sie abstumpft.

Das ausgezeichneteste Beispiel der Art liefert in der Wirklichkeit der Pistacit (Haüy's Epidot); nächst ihm der (zum Titanit gerechnete) Sphen; noch ein andres, jedoch zweifelhaftes, und mit mehrerem Rechte vielleicht zur folgenden Abtheilung zu rechnendes, allenfalls der noch nicht hinlänglich gekannte Cyanit **). Wir können dem pistacit- oder sphenähnlichen System füglich

*) D. i. gegen die Seitenflächen, welche die erwähnte Kante einschliessen, verschieden geneigt.

**) Der Säule nach kann er ganz schicklich hier noch als Beispiel dienen; sie hat ebenfalls den Charakter des Unsymmetrischen, und die Gestalten des Fossils selbst einen ganz entschiedenen Säulencharakter; die Endigung der Säule scheint jedoch statt der gepaar-

füglich den Namen eines gewendeten zwei-und-eingliedrigen Krystallisationssystemes geben; denn durch Wendung geht, was im zwei-und-eingliedrigen schief angesetzte Endfläche war, in das Ansehen der Seitenfläche der neuen Säule über, wie sie sich der Betrachtung am natürlichsten darbietet; und durch die gleiche Wendung wird die erste Seitenfläche zur Zuschärfungsfläche an der veränderten Gestalt; umgekehrt aber auch durch Wendung kehrt die neue Erscheinung ganz in die Analogie der ersten wieder zurück.

Wir nennen indeſs lieber noch dieses System kürzer ein ein-und-zweigliedriges, und man kann leicht conventionell festsetzen, daſs von den zwei ganz ähnlich gebildeten Namen der des zwei-und-eingliedrigen für das Vorherrschen der gepaarten, und der des ein-und-zweigliedrigen für das Vorherrschen der (durch Verdrängung) zu einzelnen gewordenen Flächen gebraucht würde.

Beide aber machen sichtlich bloſs auf einer niederen Stufe des Unterschiedes stehende Abtheilungen, und man kann das ein-und-zweigliedrige System als einen bloſsen Nebenausläufer des zwei-und-eingliedrigen betrachten.

e. Ein-und-eingliedriges System.

Es giebt einige seltenere Beispiele von Krystallisationssystemen — Axinit und Kupfervitriol sind die ausgezeichnetesten —, welche, für sich betrachtet, so wenig Symmetrie in ihrer Bildung verrathen, daſs auch die Regeln von Zusammengehören einer Mehrheit von Gliedern, welche wir bisher beobachten und verfolgen konnten, an ihnen zu verschwinden scheinen, und die von ihnen gebildeten Formen durch Flächen bestimmt werden, welche — abgesehen von dem Gesetz, daſs je zwei Flächen unter sich parallel und gleichen Werthes bleiben, — ohne das Gepräge einer gemeinsamen Begründung derer von verschiedenen Richtungen, jede nur einzeln, gleichsam nach der Laune der Natur, einzutreten scheinen, wie etwa der Mathematiker ganz beliebig Ebnen durch einander legt, um sich einen Körper zu begränzen.

Indeſs, vertrauter geworden mit jenem allmählichen Verschwinden gewisser Glieder aus einer gröſseren harmonisch zusammengeordneten Mehr-

ten Endigungen des Pistacits etc. wiederum von vereinzelten Flächen gebildet zu werden, und darum das System dem ein-und-eingliedrigen anzugehören.

heit, leitet uns die Spur, welche wir in Auffassung und Deutung der Gestalten der vorigen Abtheilung verfolgten, deutlich genug in eine neue hinein, in welcher ein zweites Verdrängungsverhältniſs auch zwischen die Glieder desjenigen Paares von Flächen sich einsetzt, welches in dem zwei-und-eingliedrigen Systeme, im Ebenmaaſs nur Gleichgewicht, vollständig vorhanden war. Jetzt denken wir uns gleichen Zwiespalt, gleiches Zurücksetzen und Verdrängen zwischen ihnen, wie vorhin und zwischen dem, was uns im zwei-und-eingliedrigen System schief angesetzte Endflächen, im zwei-und-zweigliedrigen ursprünglich Zuschärfungsflächen, oder Flächen des zweiten Paares bedeutete; denken wir uns statt der verdrängten Glieder, wie oben, neue abgeleitetere, von den verdrängten, wie von den bleibenden, verschiedene im Werth, und in der ganzen Stellung im System; denken wir uns in allem, was weiter abgeleitet werden mag, durchaus dem Einzeln-sich-vorgedrängt-haben der ersten Glieder gemäſs, lauter einzelnstehende neue Glieder, deren Entgegengeordnete nur über die unmittelbare Anschauung hinaus durch den Gedanken allein ihnen entgegen zu halten sind; so befinden wir uns vor einem Gebiete von Formen, welchen wir im Zusammenhang mit dem vorigen keinen bezeichnenderen Namen beilegen können, als den: ein-und-eingliedrige; andeutend, wie jedes Glied — nebst seinem parallelen — einzeln stehend in seiner Erscheinung, doch wohl ein aus seiner ursprünglichen Zweiheit herausgerissenes seyn könne, wie früher es eine bewährte Erfahrung für uns geworden ist, daſs von ursprünglich einander entgegengeordneten Gliedern eins oder das andre in der Erscheinung zurückweicht.

Die für den natürlichen Hauptkörper eines solchen Systemes zu nehmende Gestalt wird ein irreguläres Parallelepiped seyn; jede der dreierlei Flächen (— eine jede nebst der ihr parallelen als Eine genommen —) verschieden im Werthe von jeder der andern; verschieden in physikalischen wie in geometrischen Eigenschaften. Möchte man diese Gestalt das irreguläre, oder unsymmetrische, oder auch bloſs verschobene Hexaëder oder Parallelepiped nennen. Uns wird der Name Ein-und-Einflächner für dasselbe gestattet seyn *).

Nimmt man Rücksicht auf die zur Begränzung des Parallelepipeds, und eines Körpers überhaupt, erforderlichen mindestens drei Ebnen (ver-

*) Man vergleiche hiemit die Note *) S. 317.

schiednerlei Richtung), welche hier alle einzeln und verschieden unter sich sind, so möchte man geneigt seyn können, den Körper, wie das System überhaupt, ein-, ein-und-eingliedrig zu nennen; allein dem Schleppenden einer solchen Benennung wird durch den hinlänglich bezeichnenden Namen ein-und-eingliedrig ausgewichen, ja die Consequenz in der hier aufgestellten allgemeineren Namengebung fordert sogar und rechtfertiget die letztere Benennung.

So selten die ein-und-eingliedrigen Systeme überhaupt schon sind, so glaublich ist es, dafs wir, ohne der Natur Gewalt anzuthun, sie alle als fortgesetzte Glieder jener Reihe betrachten können, welche, bei ursprünglich gegebenem Verhältnifs von dreierlei verschiedenen unter einander sämmtlich rechtwinklichen Axen oder Grunddimensionen, von den zwei-und-zweigliedrigen Systemen an, durch die zwei-und-eingliedrigen fort, bis in sie hinein sich erstreckt, und sie selbst mit umfafst; oder dafs wir nicht ohne Grund ihre einzeln erscheinenden Flächen als vereinzelte betrachten, welche ihre Gegensätze, als ursprünglich ihnen zugehörig, und zu ihrer eignen Existenz als gegenseitig bedingend mitgegeben, fordern, und nur durch mehr und mehr eingetretenen Unterschied zwischen den sich entgegengeordneten Gliedern, durch stärker und stärker gewordene Differenzirung in den Elementen des Gestaltungsactes, aus der Erscheinung an der Selbstbegränzung oder der selbstbestimmten Oberfläche des Körpers sie verdrängt haben.

So wären dann diese ein-und-eingliedrigen Systeme mit den zwei-und-ein-, und den zwei-und-zweigliedrigen, als auf der Verschiedenheit dreier unter sich senkrechter Axen als ihrer ersten gemeinsamen Grundlage beruhend, in Einer Hauptabtheilung vereinigt, und in dieser gemeinschaftlich den viergliedrigen Systemen, so wie dem Ausgleichungsgliede aller dieser Unterschiede, dem sphäronomischen Systeme entgegengesetzt. Eine gröfsere Regellosigkeit oder Abweichung von der Einfachheit der Structurgesetze an den einen oder den andern unserer ein-und-eingliedrigen Systeme würden wir nur dann anerkennen, wenn uns die Beobachtung dazu nöthigte.

f. Sechsgliedriges System.

Noch haben wir von den sechsgliedrigen und den drei-und-drei-gliedrigen Systemen zu sprechen, welche einen nicht minder harmonischen Bau zeigen, als alle die bisher betrachteten.

Die ihnen beiden gemeinschaftliche Grundlage ist, wie oben schon angegeben wurde, diese: gegen Eine Hauptdimension stehen drei andre, unter sich gleiche, und von der ersten verschiedene, rechtwinklich; jene kann die Haupt- oder Längendimension, diese die Queerdimensionen heiſsen. Die letzteren drei liegen nothwendig in Einer Ebne, welches die auf der Hauptdimension senkrecht stehende ist; die Queerdimensionen schneiden sich, weil sie gleich sind, unter 60° in ihr. Das Verhältniſs des sechsgliedrigen und des drei-und-dreigliedrigen Systems gegen einander ist das der oben im allgemeinen so genannten homoëdrischen und hemiëdrischen Systeme.

Das sechsgliedrige ist unter ihnen dasjenige, welches mit vollzähligen Gliedern erscheint, so viel ihrer der Anlage nach gleichartige in den gegebenen Dimensionen gegründet sind; im Gegentheil zeigt das drei-und-dreigliedrige in seinen eigenthümlichen Formen von jener Gesammtheit der Glieder nur die Hälfte; die zweite Hälfte ist bald bis zum völligen Verschwinden hinweggedrängt, bald nur in einem Zustand des Ueberwogenseyns noch vorhanden, und so aller Mittelglieder bis zum völligen Gleichgewicht mit jenen, und zur Herstellung des Sechsgliedrigen fähig; so verknüpft die Erscheinung beide Extreme unter sich in einer ununterbrochenen Reihe.

Das sechsgliedrige System hat zum Hauptkörper jene sechsgliedrige Doppelpyramide, oder jenes sechsgliedrige Dodekaëder, deren bekanntestes Beispiel die doppelt sechsseitige Pyramide des Quarzes abgiebt. Möchte man sie daher den Quarzkörper nennen *), um einen kurzen, bündigen Namen zu erhalten; nur daſs man dann darüber übereinkommen müſste, diesen Namen, welcher für sich nur den bestimmten, speciellen Fall, so wie er der Quarzgattung zukommt (mit einem bestimmten Verhältniſs zwischen den Längen- und den Queerdimensionen), richtig bezeichnet, des Bedürfnisses halber auf die ganze Gattung solcher Körper — für jedes beliebige Verhältniſs der Längendimension zu den Queerdimensionen — auszudehnen. Wollten wir, bei dem beständig wiederkehrenden Bedürfniſs eines kurzen allgemeinen Ausdrucks, auch den reiner geometrischen Namen Dihexaëder

*) Wenn es erlaubt ist, besonders um des allgemeineren Gebrauches des Namens in anderen Sprachen willen, ihm die Endigung Quarzoïd oder Quarzoëder zu geben, so wird am schicklichsten jener zum generischen Namen des Körpers, dieser zu dem specifischen für den Fall des Quarzes selbst gewählt werden können.



(Doppelhexaëder) in Vorschlag bringen, so könnte doch der Beisatz: sechsgliedriges, kaum vermieden werden, da es noch andre Körper giebt, welche auf den Namen Dihexaëder oder Zweimal-Sechsflächner gleiche Ansprüche haben würden, wozu wir übrigens das Granat-Dodekaëder, und das des Schwefelkieses, gar nicht einmal rechnen möchten.

Die allgemeinen Eigenschaften unsers Quarzoïdes sind klar. Eine Haupt- oder Längen-Axe; drei gleiche Queeraxen; die Endigungen sämmtlicher Axen sind die Ecken des neuen Körpers; zwei Endspitzen; sechs in Einer Ebne liegende und gleiche Lateralecken; die Flächen sind durch je zwei benachbarte Enden zweier Queeraxen und ein Ende der Längenaxe gelegt, eben so, wie die Flächen des regulären Octaëders durch je drei Enden der drei gleichen rechtwinklichen Axen des sphäroëdrischen Systems. Die Flächen des Quarzoïdes sind daher lauter gleiche und ähnliche gleichschenkliche Dreiecke, alle gleich gegen die Hauptaxe geneigt, gleiche Endkanten unter sich bildend; die Lateral- oder Seitenkanten, wieder gleich unter sich, in Einer Ebne liegend, und die gemeinschaftliche Grundfläche beider Pyramiden, als ein reguläres Sechseck, umschreibend. Alles dies geht aus dem Gegebenseyn der drei unter sich gleichen Queerdimensionen gegen eine auf ihnen allen senkrecht stehende Längendimension, und aus der Construction des Hauptkörpers, analog der des regulären Octaëders, deutlich hervor.

Suchen wir gegen das Quarzoïd seinen Gegenkörper, in dem Sinn, wie es der Würfel ist gegen das Octaëder u. s. f., so erhalten wir die reguläre sechsseitige Säule, deren Seitenflächen, gleichen Werthes unter sich, auf den Queerdimensionen unsers Systems senkrecht stehen, wie die Endfläche auf der Längendimension. Ist der Abstand der Seitenfläche vom Mittelpunkt gegen den Abstand der Endfläche von demselben in dem nämlichen Verhältniſs, wie die Queerdimensionen zur Längendimension sind, so ist damit eine bestimmte reguläre sechsseitige Säule, von bestimmtem Verhältniſs von Höhe zur Breite, festgesetzt, welche als einem individuellen sechsgliedrigen System insbesondre angehörig betrachtet werden kann. Während die Endspitzen des ihm correspondirenden Quarzoïdes in die Mitten der Endflächen dieser Säule fallen, so liegen zugleich die Seiten- oder Lateralecken des ersteren in den Mitten der Seitenflächen der Säule.

Uebrigens ist der Unterschied der Endfläche von den Seitenflächen als ein wesentlicher einleuchtend, mithin die Säule selbst schon nicht in dem Sinn ein einfacher Körper, dass ihre Flächen alle von gleichem Werthe wären; in welchem Sinn das Quarzoïd noch ein solcher ist; vergl. S. 307.

Es würde jetzt überflüssig seyn, den Körper näher bezeichnen zu wollen, welcher für das sechsgliedrige System das seyn würde, was das Granatoëder für das sphäroëdrische ist. Wir bedürfen seiner näheren Beleuchtung vorläufig nicht.

Alle abgeleitetere Flächen, welche in dem 6gliedrigen Systeme möglich sind, gehören wiederum anderen Quarzoïden, oder auch einer Gattung von doppelt-zwölfseitigen Pyramiden mit abwechselnd stumpferen und schärferen Endkanten (kürzer also: 6-und-6-kantige Doppelpyramiden oder Di-Dodekaëder zu nennen), oder endlich den Seitenflächen einer andern regulär-6seitigen, und denen einer zwölfseitigen Säule an, wiederum mit abwechselnd stumpferen und schärferen Seitenkanten, d. i. einer 6-und-6-kantigen Säule. Das Maximum von Flächen gleicher Art ist in diesem Systeme 24; Reductionen dieser Zahl finden Statt auf 12, auf 6, und auf 2.

g. Drei-und-dreigliedriges System.

Das **drei-und-dreigliedrige** System tritt mit einem neuen Hauptkörper, dem **Rhomboëder** *), auf. Er ist zwar nur eine Umgestaltung

*) Ich gab diesen Namen dem Körper, von welchem hier die Rede ist, früher schon in der von Karsten unternommenen, und mir späterhin mehr und mehr übertragenen Uebersetzung des Haüy'schen Lehrbuches, statt des offenbar bei uns wenigstens nicht zulässigen Namens Rhomboïd, welchen ihm der verdiente Urheber jenes Werkes beigelegt hatte. Der Name hat auch Beifall gefunden, und ich freue mich seiner allgemeineren Verbreitung. Um so weniger aber kann ich es billigen, dass er neuerlich wieder auf eine ganz falsche Weise gebraucht worden ist, nämlich für jede Art geschobner Parallelepipede, welches nicht allein Missverständnisse, sondern wieder völlige Verwirrungen der Begriffe bewirken muss; und ich warne vor diesem Missbrauche, da jede neue Verwirrung von Begriffen, die längst aufgeklärt waren, ein Rückschritt in der Wissenschaft ist. Rhomboëder ist nur ein solches geschobnes Hexaëder, dessen Flächen alle von gleichem Werth unter sich, und eben deshalb auch lauter unter sich gleiche und ähnliche Rhomben sind; es ruht auf den oben auseinandergesetzten Grundbedingungen, und ist dem drei-und-dreigliedrigen System ausschliesslich eigen; dieser Gattung von Körpern aber einen eignen Namen zu geben, und diesen Namen auf sie allein einzuschränken, ist unzweifelhaft nothwendig. Man vergl. hiemit die Anmerk. 1. S. 317.

des Quarzkörpers, so wie etwa das Tetraëder es vom Octaëder ist; man könnte ihn den Hälftflächner des Quarzoïdes nennen; allein der Zusammenhang mit diesem ist doch äuſserlich so versteckt, daſs man, unvorbereitet, ihn nicht schneller gewahr wird, als den zwischen Tetraëder und Octaëder.

Wirklich ist es die Hälfte der Flächen des Quarzkörpers — jede streng in ihrer Lage bleibend — und zwar die abwechselnd an diesem herumliegenden —, welche für sich allein übrig bleibend, und die zweite, mit ihnen abwechselnde Hälfte verdrängend, sich so weit ausdehnen, bis sie wieder einen Raum von allen Seiten begränzen, und so den ganzen äuſsern Umriſs des neuen Rhomboëders bilden. Von jeder bleibenden Fläche aus verschwinden die anliegenden desselben Endes, eben so die jenseit der Endspitze gegenüberliegende; die abwechselnden bleiben und vergröſsern sich gemeinschaftlich über die verschwindenden hinaus; am entgegengesetzten Ende bleiben und verschwinden mit den parallelen die parallelen. Es entsteht ein Parallelepiped, dessen Flächen, wie schon aus dieser Genesis einleuchtet, unter einander gleichen Werthes sind, daher auch von gleicher Form, unter gleichen Winkeln unter sich geneigt, gleichseitige Parallelogramme, im allgemeinen Rhomben. Die Längenaxe des Quarzkörpers bleibt die nämliche für das aus ihm entstandene Rhomboëder; die an ihren Enden anliegenden Ecken unterscheiden sich als Endspitzen von den sechs neugebildeten unter sich gleichen Seiten- oder Lateralecken. Diese liegen nicht in Einer Ebne; je drei dem einen Ende nähere liegen in einer auf der Axe senkrechten Ebne, die drei dem andern Ende näheren in einer zweiten. Alle sechs liegen im Zickzack um eine eingebildete gemeinschaftliche Grundfläche zweier dreiseitiger Pyramiden herum, aus welchen man sich den Körper nicht unpassend zusammengesetzt denken kann *).

*) Es ist in der bisherigen Wernerschen Sprache die Ansicht des Rhomboëders als doppelt dreiseitiger Pyramide (die Seitenflächen der einen auf die Seitenkanten der andern aufgesetzt, die gemeinschaftliche Grundfläche im Zickzack liegend), ohnstreitig die beste, obwohl auch damit noch nicht ausgedrückt wird, daſs die Flächen der Pyramide gegen die Axe gleich geneigt, überhaupt von gleichem Werthe und gleichen Eigenschaften sind; es kann also selbst diese sehr sprechende Darstellung, — die Weitläuftigkeit des Ausdrucks, wenn er oft wiederkehren soll, nicht in Betracht gezogen, — eines noch bezeichnenderen und zugleich kürzeren Namens für die Sache, wie Rhomboëder, nicht füglich entbehren.

Alle auf der Axe rechtwinklichen Queerschnitte, welche zwischen die Endspitzen und Lateralecken fallen, sind, wie der durch je drei obere oder je drei untere Lateralecken gelegte Queerschnitt selbst, gleichseitige Dreiecke; alle zwischen die Lateralecken fallende, ebenfalls auf der Axe rechtwinklichen Queerschnitte sind gleichwinkliche Sechsecke, je nach ihrem verschiedenen Abstand von den beiden Endspitzen die einen oder die andern drei Seiten die gröſseren; der mitten zwischen beiderlei Lateralecken (den oberen und den unteren) hindurch, folglich durch die Mitten der Lateralkanten (und zugleich durch den Mittelpunkt des Körpers oder die Mitte der Axe) gehende Queerschnitt ist das reguläre, d. i. gleichseitige und gleichwinkliche Sechseck.

Jetzt ist es nicht mehr schwierig, die eigenthümlichen Stellen im äuſseren Umriſs des Quarzkörpers in dem des Rhomboëders wieder aufzufinden, und zuförderst die Endpunkte der Queerdimensionen, wie wir sie im Quarzkörper hatten. Der durch den Mittelpunkt des Rhomboëders nämlich gehende Queerschnitt ist identisch mit dem ihm entsprechenden im Quarzoïd, welcher dort die gemeinschaftliche Grundfläche der beiden sechsseitigen Pyramiden hieſs. Die Lateralecken des Quarzoïdes liegen also in den Mitten der Lateralkanten des Rhomboëders; und die nämlichen Queerdimensionen, welche wir im Quarzoïd von einer Lateralecke nach der entgegengesetzten hin haben, liegen folglich in seinem Hälftflächner, dem Rhomboëder, in der Linie von der Mitte einer Lateralkante nach der Mitte der ihr entgegengesetzten *).

Es wird der Erinnerung nicht bedürftig seyn, daſs einem gegebenen Quarzoïd von bestimmtem Verhältniſs der Längen- zu den Queerdimensionen auch ein bestimmtes Rhomboëder entspricht; die Neigung der Flächen gegen die Axe ist unverändert dieselbe, und durch sie das ganze Rhomboëder bestimmt. Mit der Veränderung dieses Neigungswinkels aber, so wie mit dem veränderten Verhältniſs von Längen- zu Queerdimensionen, ändert sich die ganze Gestalt des Rhomboëders vom scharfwinklichsten bis zum stumpf-

*) Zu mehrerer Erläuterung kann im Haüy'schen Lehrbuch d. Min. die Taf. XL. Fig. 1. u. 2. dienen, in welcher letzteren der Quarzkörper in das ihm zugehörige Rhomboëder eingezeichnet ist.

stumpfwinklichsten *). Ein rechtwinkliches ist der Wendungspunkt zwischen den beiden Hälften der Scharf- und der Stumpfwinklichen; dieser Wendungspunkt ist der Würfel, und es läfst sich dieser Körper vollkommen folgerecht unter den Rhomboëdern mit begreifen, um so mehr, als er unter allen möglichen Verhältnissen, welche zwischen der einen Längen- und den drei Queerdimensionen im Rhomboëder existiren können, eines ausdrückt, und somit ein bestimmtes Glied in der Reihe der Rhomboëder besetzt **). Nur dafs er, als solches betrachtet, eine Beziehung aller seiner Theile auf Eine Hauptlinie oder Hauptaxe bekommt, welche ihm aufserdem fremd ist, da seine vier durch je zwei entgegengesetzte seiner Ecken gelegten Axen ganz und gar dasselbe, gleichen Werthes und ununterschieden, sind.

Aber der Quarzkörper führt offenbar nicht auf ein, sondern auf zwei solche Rhomboëder, eins dem andern vollkommen gleich und ähnlich; und zu beiden auf gleichem Wege. Denn welche Hälfte abwechselnder Flächen am Quarzoïd vorwaltend, und allein übrigbleibend werde, und welche verschwinde, gilt ganz gleich; die eine, wie die andre, führt auf ein Rhomboëder ganz von den nämlichen Winkeln und Eigenschaften. So kann man sich vorstellen, als ob im Quarzkörper zwei gleiche und ähnliche Rhomboëder mit gemeinsamer Axe, aber die Flächen des einen zwischen die Flächen des andern fallend, sich gleichsam durchdrängen (— der Quarzkörper wäre dann der beiden Rhomboëdern gemeinschaftliche Raum —); einer solchen Ansicht gemäfs habe ich auch früher ***) den Quarzkörper Doppel-Rhomboëder, *dodecaëdron di-rhomboëdricum*, genannt. Allein ich möchte keinesweges die rhomboëdrische Bildung für eine physikalisch-einfachere halten, und die quarzähnliche oder sechsgliedrige für eine zusammengesetzte aus zweien von jenen, als einfacheren Elementen, erklären; eben so wenig als ich es für naturgemäfs halte, wenn man das Octaëder als zusammengesetzt aus zwei Tetraëdern physikalisch ableiten, und das Tetraëder zum physikalisch-einfacheren machen wollte. Vielmehr, bei einem gegebenen Grundverhältnifs gewisser Dimensionen (oder ursprünglicher Wirksamkeit nach

*) Der ebne Endspitzenwinkel durchläuft in der Reihe vom scharfwinklichsten bis zum stumpfwinklichsten Rhomboëder die Werthe von 0° bis 120°; der Neigungswinkel je zweier Flächen in der Endkante die Werthe von 60° bis 180°. Im Würfel werden beide = 90°.

**) Im Würfel ist jenes Verhältnifs das von $\sqrt{3} : \sqrt{2}$.

***) *De indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali diss. Lipsiae*, 1809. 4.

denselben), in denjenigen Stellen, Richtungen u. s. f. gleiche Wirkung zu finden, und gleiche Erscheinungen hervorgehen zu sehen, welche räumlich oder geometrisch ohne Unterschied sind, scheint mir der Physiker als das einfachere anerkennen zu müssen. Unterschied aber in der Wirkung und den aus ihr hervorgehenden Erscheinungen da zu sehen, wo räumlich oder geometrisch gleiche Verhältnisse obwalten, scheint mir ein besonders eintretendes Wirkende, ein Mehreres, ein Mannichfaltigeres noch voraussetzende oder einschlieſsende, ein Verwickelteres oder Zusammengesetzteres in dem Acte der Bildung, zu beurkunden. Und so stehe ich nicht im geringsten an, das sechsgliedrige System und den Quarzkörper, wo die geometrisch ununterschiedenen Seitenrichtungen der Queerdimensionen sich gegen beide geometrisch als gleich zu achtende Endpole der Längendimension gleich und unterschiedslos im Acte der Gestaltung betragen, für ein Einfacheres zu erklären, als das Rhomboëder und als das Drei-und-drei-gliedrig-werden des Sechsgliedrigen überhaupt, eben weil im Drei-und-drei-gliedrigen ein Gegensatz, ein verschiedenartiges Verhalten physikalisch da eintritt, wo doch geometrisch kein Unterschied abzusehen war *).

Dies ist meiner Einsicht nach das wahre physikalische Verhältniſs zwischen Quarzkörper und Rhomboëder, sechs-gliedrigem und drei-und-drei-gliedrigem System überhaupt, und ihm ganz gleich meine Ansicht vom ursprünglichen Verhältniſs zwischen Octaëder und Tetraëder, wie zwischen allen den Zweigen der Bildungen, von denen die einen vollzählich mit ihren geometrisch gleich begründeten Gliedern auftreten, die andern nur zur Hälfte; die homoëdrischen Systeme sind überall die physikalisch-einfacheren, die hemiëdrischen sind aus jenen abgeleitet.

Unter den abgeleiteteren Bildungen dieses Systems finden sich die beiden regulären sechsseitigen, nebst den 12seitigen (6-und-6-kantigen) Säulen dem 3-und-3-gliedrigen Systeme mit dem 6-gliedrigen gemein. Eigenthümlich sind ihm die sehr mannichfaltigen Rhomboëder selbst, deren eine

*) In einer späteren Abhandlung habe ich nachgewiesen, wie dieses verschiedenartige und entgegengesetzte Verhalten an Stellen, welche geometrisch gleich zu seyn scheinen, auf ein polarisches Verhalten in den Seiten der Dimensionen zurückführt, das Wort Seiten, *latera*, hier in demselben Sinn genommen, wie es von den verschiedenen Seiten des Lichtstrahles gilt.

große Anzahl verschiedener sich in einem und demselben Systeme zu entwickeln pflegt, und eine dritte Gattung von Körpern von nicht geringerer Mannichfaltigkeit, die drei-und-drei-kantigen Dodekaëder oder Dihexaëder (Drei-und-drei-kantner), d. i. die doppelt 6seitigen Pyramiden mit abwechselnd stumpferen und schärferen Endkanten *) und im Zickzack liegenden Kanten der gemeinschaftlichen Grundfläche, nach dem gewöhnlichen, nur zu umständlichen Ausdrucke, wie die Beispiele vom Kalkspath her besonders bekannt sind. Für das drei-und-drei-gliedrige System ist diese Gattung von Körpern eigentlich diejenige, welche in mathematischem Sinne für den allgemeinen Körper dieses Systems, und die übrigen, die Rhomboëder sowohl, als die 6- und 12seitigen Säulen mit in sich schließend, angesehen werden kann, wie für das 6-gliedrige System es das 6-und-6-kantige Di-Dodekaëder, für das 4-gliedrige das 4-und-4-kantige Di-Octaëder, für das 2-und-2-gliedrige aber das 2-und-2-kantige Octaëder, und für das gleichgliedrige System der Achtundvierzigflächner ist. Rhomboëder und Seitenflächen der regulären 6-seitigen Säule lassen sich als durch das Zusammenfallen von je zwei, die Endflächen durch das Zusammenfallen von je sechs Flächen des drei-und-drei-kantigen Dihexaëders entstehend betrachten; die 6-und-6-kantigen Säulen aber sind nichts anders als unendlich spitze 3-und-3-kantige Dihexaëder, von variablem Verhältniß der Flächen zu den Queerdimensionen.

Der Unterschied der zweierlei Endkanten an den 3-und-3-kantigen Dihexaëdern variirt auch. Der Fall ist nicht ausgeschlossen, wo derselbe aufhört, wo also die Endkanten gleichen Werth erhalten, und das Dihexaëder ein 6gliedriges wird, wie das des Quarzes. Und so findet ein doppelter Uebergang aus dem 3-und-3-gliedrigen Systeme in das 6-gliedrige Statt, von den Rhomboëdern aus durch das Hinzutreten der verschwundenen Flächen des 6gliedrigen Dihexaëders, und von dem 3-und-3-kantigen Dihexaëder aus durch das Verschwinden des Unterschiedes zwischen den abwechselnden Drei und Drei. Nicht zu gedenken, daß die Seiten- und Endflächen der Säulen eine dritte Gemeinschaft unter ihnen begründen.

*) Endkanten müssen die in die Endspitze auslaufenden Kanten einer Pyramide genannt werden, nicht Seitenkanten, wie sie die Wernersche Sprache nennt. Mit letzterem Namen, welcher auch dem Namen Lateralkanten gleich zu setzen ist, können wohl die Kanten an der gemeinschaftlichen Grundfläche der Pyramiden, nicht aber jene, unsere Endkanten, schicklich belegt werden.

Wie aber hängen innerlich diese beiderlei Systeme mit dem regulären oder sphäronomischen zusammen? und durch dieses mit den übrigen? — Der Uebergang ist schnell und überraschend. Ein jeder Körper des sphäroëdrischen Systems tritt durch veränderte Stellung in die Reihe der Körper des drei-und-drei-gliedrigen Systemes ein; nicht bloſs der Würfel, den wir vorhin schon in der Reihe der Rhomboëder selbst antrafen; auch nicht bloſs das Tetraëder auſser ihm, welches insgemein als reguläre dreiseitige Pyramide angesehen wird, und welchem statt der Grundfläche bloſs die parallelen Flächen von den die Pyramide bildenden fehlen, um ein Rhomboëder im strengsten Sinne zu seyn. Von jedem andern Körper jenes Normalsystemes, des sphäronomischen, gilt ein Gleiches. Denn anstatt der natürlichen drei, unter einander senkrechten und gleichen Axen, deren Auszeichnung alle diese Körper in ihre natürliche Hauptstellung und Hauptansicht bringt, wähle man nur von den aus jenen zunächst hervorgehenden vier *) unter sich gleichen und wieder in sich geschlossenen **) Richtungen oder Dimensionen im anderen Sinne des Wortes, eine als Hauptrichtung zur Axe des Ganzen, so sind mit einemmale alle diese Körper in die Analogie des rhomboëdrischen oder drei-und-drei-gliedrigen Systemes gebracht ***).

So wie nämlich jene vier aus den drei senkrechten zunächst abgeleiteten Richtungen des regulären Systems am Würfel den vier durch je zwei entgegengesetzte seiner Ecken gelegten Axen correspondiren, so im Octaëder denen, welche durch die Mitten seiner entgegengesetzten Flächen gehen. Bringt man eine davon in die senkrechte Lage, d. i. legt man das Octaëder auf eine seiner Flächen horizontal auf, so wird diese und die ihr entgegengesetzte obere zu Endflächen (einer Säule oder Pyramide), und die übrigen sechs treten unter sich in das Verhältniſs der Flächen eines Rhomboëders, und

*) Eine jede dieser vier ist die mittlere Richtung zwischen je drei unter sich senkrechten Linien oder Hauptaxen.

**) In sich geschlossenen, d. h. so, daſs es keine fünfte, sechste u. s. f. ihnen gleiche giebt.

***) Die drei unter sich gleichen Queerdimensionen, welche, gemeinschaftlich senkrecht auf der eben angenommenen Einen Hauptdimension, dem Charakter des rhomboëdrischen, wie des 6gliedrigen Systemes wesentlich sind, werden jetzt für das reguläre System (nicht etwa die drei übrigen der oben genannten vier, sondern vielmehr) drei von denen sechs, welche nächst jenen Vier aus den ursprünglichen unter einander senkrechten Drei hervorgehen, und die mittleren Richtungen zwischen je zwei der letzteren sind, d. i. von denen, welche auf den Kanten des Octaëders, so wie des Würfels, oder auf den Flächen des Granatoëders senkrecht stehen.

und zwar des nämlichen, welches die dreiseitige Pyramide des Tetraëders andeutet, und in welche jene sich verlängern würden, während die beiden Endflächen verschwänden, d. i. des Rhomboëders mit dem ebnen Endspitzenwinkel von 60°, welches man auch das Rhomboëder des Tetraëders nennen könnte. Die Verlängerungen der sechs genannten Octaëderflächen umgränzen zwei reguläre Tetraëder, welche oben und unten auf die zwei zu Endflächen gewordenen Octaëderflächen aufgesetzt erscheinen, so daſs ein Rhomboëder dieser Art (mit dem ebnen Endspitzenwinkel von 60°) getheilt werden kann in (oder sich ansehen läſst als zusammengesetzt aus) einem regulären Octaëder und zweien auf zwei entgegengesetzte Flächen desselben aufgesetzten regulären Tetraëdern (von gleicher Gröſse ihrer Flächen mit denen des Octaëders). Daſs es gleichgültig ist, welches Paar entgegengesetzter Octaëderflächen man die Rolle der Endflächen spielen läſst, ist einleuchtend.

Ein jedes gegebene Rhomboëder tritt daher auch durch Abstumpfung seiner Endspitzen (die Abstumpfung so weit fortgesetzt, bis die Abstumpfungsflächen die Lateralecken des Rhomboëders berühren), in eine gewisse Analogie mit dem Octaëder. Allein der so entstehende, dem Octaëder ähnelnde, sonst auch häufig mit ihm verwechselte Körper verdient den Namen Octaëder nicht, und wird besser das Pseudo-Octaëder des rhomboëdrischen Systems, oder, wenn man will, ein Drei-und-Einflächner (statt Sechs-und-Zweiflächner nach der bisherigen Analogie unserer Ausdrücke) genannt werden.

Wenn wir das Granatoëder in die Lage bringen, wo es dem rhomboëdrischen System entspricht, oder drei-und-drei-gliedrig erscheint, so muſs, da seine acht stumpferen Ecken den Würfelecken correspondiren, eine der vier Axen, welche durch je zwei entgegengesetzte solche Ecken gelegt werden können, zur Hauptrichtung, oder Längenaxe gewählt, d. i. senkrecht gestellt werden; hiedurch erhält es das Ansehen einer regulären sechsseitigen Säule, wie sie dem rhomboëdrischen System völlig gemäſs ist, an den Enden mit drei Flächen, wahrhaft rhomboëdrisch, zugespitzt, diese Zuspitzungsflächen auf die abwechselnden Seitenkanten der Säule, zugleich oben und unten abwechselnd, aufgesetzt, wie aus der Wernerschen Beschreibungsweise dieser Form *) allgemein bekannt ist. Die oberen und unteren Zuspitzungsflächen

*) Diese Beschreibung stellt also den Körper nicht in seine natürlichste, mit der gewöhnlichen des Octaëders und des Würfels übereinkommende Lage, sondern in jene willkührlichere, gewendete. In der ersten Lage ist vielmehr das Granat-Dodekaëder, in der Wernerischen Sprache, rechtwinkliche vierseitige Säule, mit vier Flächen zugespitzt u. s. w. Eine wie die andre Beschreibung kann übrigens den Namen Granat-Dodekaëder nicht ersetzen;

für sich geben wieder ein wahrhaftes, und zwar stumpfes, Rhomboëder (der Endneigungswinkel der Flächen eben so, wie an der regulären sechsseitigen Säule, von 120°). Man kann dieses das Rhomboëder *des Granatoëders* nennen.

Und so findet sich sehr leicht und völlig befriedigend für alle auch abgeleitetere Formen des regulären Systems die Uebereinstimmung mit dem rhomboëdrischen auf, sobald wir sie, ganz dem vorigen gemäſs, in die angemessene Stellung bringen. Der Leucitkörper wird alsdann zu einer regulären 6seitigen Säule, an den Enden erst mit 6 Flächen, drei-und-drei-kantig, und dann nochmals mit drei Flächen, rhomboëdrisch zugespitzt; und so die übrigen.

Daſs das *sechsgliedrige* System dem regulären nicht so nahe steht als das drei-und-drei-gliedrige, und äuſserlich erst durch dieses mit demselben vermittelt zu werden scheint, geht aus den eben angestellten Betrachtungen hervor. Während es sich in dieser Rücksicht am weitesten von dem Normalsysteme entfernt, erscheint es unläugbar als eine andere Art von Gipfel, und in einer eigenen Vollendung der krystallinischen Gestaltung. Nur durch das Drei-und-Dreigliedrige scheint es mit allen übrigen zusammenzuhängen. Zwar ist die Möglichkeit eines direkten Ueberganges von ihm in das zwei-und-zwei-gliedrige System und umgekehrt geometrisch unläugbar *), jedoch physikalisch betrachtet, möchte ein solcher Uebergang bloſs als unächt und verwerflich anzusehen seyn.

Es könnte für das tiefere Studium des innern Herganges der krystallinischen Gestaltung noch eine neue Aufgabe werden: ob, wenn alle Krystallisationssysteme auſser dem sechs- und den drei-und-drei-gliedrigen sich auf *drei* unter einander *rechtwinkliche* Dimensionen gründeten, die anscheinend auf ganz andern Elementen der Gestaltung beruhenden eben genannten doch nicht vielleicht eine bloſs *scheinbare* Ausnahme machen, oder mit andern Worten: ob jene drei die letzteren beiden Systeme auszeichnenden, unter sich gleichen und 60-gradigen *Queerdimensionen* nicht

denn sie paſst auf eine unbestimmte Menge ähnelnder Körper aus dem viergliedrigen oder aus dem drei-und-drei-gliedrigen Systeme, welche dem regulären Systeme fremd sind; letzteres fordert dagegen für seine Glieder eine bestimmte Art der Zuspitzung, einen bestimmten Winkel für die aufgesetzten Zuspitzungsflächen u. s. f.

*) Die Möglichkeit ist da, sobald zwei der auf einander senkrechten Dimensionen des 2-und-2-gliedrigen Systems in das Verhältniſs von $1 : \sqrt{3}$ treten, d. i. sobald eine geschobene Säule von 120° in einem 2-und-2-gliedrigen Systeme begründet wird.

vielleicht aus zwei unter einander, wie auf der ersten Hauptrichtung rechtwinklichen Dimensionen entsprossen seyn möchten? Getreu aber dem Verfahren, welches überall und auch in der Krystallisationslehre durchweg angenommen werden mufs: als gleich zu betrachten und zu behandeln, was in den Erscheinungen gleich, und als ungleich, was ungleich in seiner Erscheinung und in seinen Eigenschaften sich bewährt, spreche ich die Sache nur aus, wenn ich den Unterschied in den Grundlagen der Gestaltung in den einen und den andern Systemen so aufstelle, wie geschehen ist, und behalte, als reine Sache weiterer Reflexion, dem sichern Stehenbleiben der ausgesprochenen Verschiedenheit unbeschadet, die berührte Frage ihrer eigenen Zergliederung und weiteren Aufklärung ihres Ortes vor.

Wenn wir nun zur nochmaligen Uebersicht das Schema für die bisher erörterten natürlichen Abtheilungen der verschiedenen Krystallisationssysteme zusammenstellen wollen, so wird es sich, dem Gesagten gemäfs, von selbst folgendergestalt ordnen:

A. Reguläres oder sphäroëdrisches System; beruhend auf drei unter sich rechtwinklichen und gleichen Grunddimensionen. Es zerfällt in zwei Unterabtheilungen:

a) das gewöhnlichere, mit vollzählichen Gliedern gleicher Art (homosphäroëdrisches System). Gemeinste Beispiele: Flufsspath, Bleiglanz, Granat, Diamant u. s. f.

b) andere mit unvollzählichen, oder nur zur Hälfte erscheinenden gleichartigen Gliedern (hemisphäroëdrische Systeme). Davon sind bekannt:

α) die tetraëdrischen, wie Kupferkies, Fahlerz, Blende, Boracit.

β) die pentagon-dodekaëdrischen, Schwefelkies, Glanzkobalt.

B. Vom sphäroëdrischen abweichende Systeme;

I. Solche, welche auf drei unter einander rechtwinklichen, aber nicht sämmtlich unter sich gleichen Grunddimensionen beruhen.

1. Viergliedrige; zwei Dimensionen gleich unter sich, aber ungleich der dritten. Beispiele: Zirkon, Vesuvian, Zinnstein, Honigstein u. m. a.

2. Solche, wo alle drei unter sich rechtwinkliche Grunddimensionen unter einander ungleich sind.

a) Zwei-und-zwei-gliedrige. Vollzählich in der Erscheinung gleichartiger Glieder. Beispiele die allerhäufigsten: Topas, Chrysolith, Schwerspath, Weifsbleierz, Bleivitriol u. s. f.

b) Zwei-und-ein-gliedrige; unvollzählich in der Erscheinung gleichartiger Glieder; Einzelnwerden gewisser sonst gepaarter bei Vollzählichkeit gewisser anderer. Beispiele: Hornblende, Augit, Feldspath, Gips u. m. a.

Als blofse Neben-Verzweigung von ihnen die ein-und-zwei-gliedrigen, wie Pistacit.

c) Ein-und-ein-gliedrige. Unvollzählichwerden der Erscheinung gleichartiger Glieder in allen Richtungen und Dimensionen. Beisp. Axinit, Kupfervitriol.

II. Solche, welche auf einer Hauptdimension, und drei andern unter



sich gleichen, von der ersten verschiedenen, und auf ihr gemeinschaftlich rechtwinklichen Queerdimensionen beruhen.

1. Sechsgliedrige, vollzählich in der Erscheinung ihrer gleichartigen Hauptglieder. Beisp. Quarz, Beryll, Apatit, Buntbleierz, Glimmer u. m.

2. Drei-und-drei-gliedrige oder rhomboëdrische. Unvollzählich werden in der Erscheinung der Hauptglieder durch Wegfallen einer abwechselnden Hälfte. Beispiele: Kalkspath, Rothgültigerz, Eisenvitriol, Eisenglanz, Corund u. m.

Man kann aber auch eben so schicklich zum obersten Eintheilungsgrunde den wählen: je nachdem die Systeme auf drei unter einander rechtwinklichen, oder auf drei unter sich gleichen, und gegen eine vierte rechtwinklichen Dimensionen beruhen, und hienach ein anderes Schema entwerfen; in einem solchen würden die sechsgliedrigen Systeme nebst den drei- und - drei - gliedrigen, allen übrigen zusammen entgegenstehen, und das reguläre würde nur eine Abtheilung von diesen machen. Ich lege ein solches Schema zum Schlusse bei.

Es mag übrigens gleichgültig seyn, wie die verschiedenen Abtheilungen nach einander zu stellen sind. Da das reguläre System eine Art Mittelpunkt, oder einen gemeinschaftlichen Vergleichungspunkt sowohl für die sechsgliedrigen und rhomboëdrischen Systeme abgiebt, als für die übrigen: so möchte unter den Stellungen in eine Reihe auch folgende ganz bequem seyn:

1. Sechsgliedrige.
2. Drei-und-drei-gliedrige, rhomboëdrische.
3. Kugelartiges, sphäroëdrisches.
4. Viergliedrige.
5. Zwei-und-zwei- } gliedrige.
6. Zwei-und-ein- } gliedrige.
7. Ein-und-ein- } gliedrige.

Es liegt am Tage, daſs, logisch genommen, nur vier Abtheilungen in gleicher Schärfe sich entgegengeordnet werden können, nämlich *a*) das reguläre *b*) den sechs- und den drei-und-drei-gliedrigen zusammen, ferner *c*) den viergliedrigen, endlich *d*) den zwei-und-zwei-, zwei-und-ein-, ein-und-ein-gliedrigen zusammengenommen. Allein wie die hier vereinigten um des Charakteristischen willen, was in jedem liegt, zur klareren Uebersicht der gröſseren Mannichfaltigkeit wieder zu trennen doch vortheilhafter und schicklich ist, so wird man für eine natürliche und bequeme Partition jene sieben Abtheilungen gut beibehalten, das sphäroëdrische System aber hiebei in seinen Unterabtheilungen einstweilen ungetrennt beisammen lassen können.

Zum Beschluſs füge ich noch eine Tabelle bei, welche die verschiedenen Mineraliengattungen, soweit ihre krystallinische Structur hinlänglich bekannt seyn möchte (worüber nur bei wenigen der bis jetzt bloſs undeutlich vorgekommenen einiger Zweifel übrig bleiben dürfte), unter die natürlichen Abtheilungen, die wir aufgefunden haben, rubricirt darstellt.

Tabelle
über
die natürlichen Abtheilungen der verschiedenen Krystallisationssysteme.

Die Grundlage des Systemes bilden:							
3 Dimensionen senkrecht auf einander						gegen 1 Dimension 3 andre senkrecht und gleich unter sich.	
Alle 3 Dimensionen gleich unter sich. Reguläres od. sphäroëdrisches Syst.		2 Dimens. gleich unter sich, und verschieden von der dritten.	Alle 3 Dimensionen verschieden unter sich.				
homosphäroëdrisches S.	hemisphäroëdrische S.	viergliedr. Syst.	zwei-und-zweigliedr. S.	zwei-und-eingliedr. S.	ein-und-eingliedr. S.	sechsgliedriges S.	drei-und-dreigliedr. S.
Diamant	*a.* tetraëdrisches S.	Zirkon	Topas	Feldspath	Axinit	Quarz	Kalkspath
Spinell	Fahlerz	Vesuvian	Euclas	Hornblende	Cyanit?	Berill	Spatheisenstein
Granat	Kupferkies	Skapolith	Chrysoberill	Augit	Kupfervitriol	Dichroit	Galmei
Lasurstein	Blende	Mejonit	Chrysolith	Gadolinit		Pinit	Manganspath?
Leucit	(Helvin)	Ichthyophthalm	Lievrit	Gips		Nephelin	Eisenvitriol
Analcim	Boracit	Natrolith	Staurolith	Anhydrit		Witherit	Kupferschmaragd
Melilit		Bittersalz	Andalusit	Glauberit		Apatit	Cuboïcit
Flußspath	*b.* pentagon-dodekaëdr. S.	Glaubersalz	Lazulit	Borax		Buntbleierz	Corund
Alaun	Schwefelkies	Zinkvitriol	Prehnit	Sphen		Kupferglanz	Eisenglanz
Steinsalz	Glanzkobalt	Schwerstein	Stilbit	Kupferlasur		Glimmer	Zinnober
Salmiak		Gelbbleierz	Lomonit	Rothbleierz		Talk	Rothgiltigerz
Hornerz		Uranglimmer	Datholith	Rothrauschgelb		Graphit	⋮
Würfelerz		Rutil	Kryolith	⋮		Wasserblei	Turmalin
Rothkupfererz		Anatas	Schwerspath	Pistazit		Gelb Rauschgelb	
Magneteisenstein		Zinnstein	Strontspath			Kupferglimmer	
Gediegne Metalle		Honigstein	Arragonit			Wasser	
Amalgam		⋮	[illegible]				
Bleiglanz		Kreuzstein	Salpeter				
Glaserz			Weißbleierz				
Speiskobalt			Bleivitriol				
			Quecksilberhornerz				
			Olivenerz				
			Linsenerz				
			Phosphatkupfererz				
			Salzkupfererz				
			Rothkobalterz				
			Kieselzinkerz				
			Titanit?				
			Weißspiesglanzerz				
			Graubraunsteinerz				
			Schwarzspiesglanzerz				
			Grauspiesglanzerz				
			Wismuthglanz				
			Schrifterz				
			Blättererz?				
			Arsenikkies				
			Strahlkies				
			Schwefel				
			⋮				
			Wolfram				

weilen ungetrennt beisammen lassen können.

Zum Beschlufs füge ich noch eine Tabelle bei, welche die verschiedenen Mineraliengattungen, soweit ihre krystallinische Structur hinlänglich bekannt seyn möchte (worüber nur bei wenigen der bis jetzt blofs undeutlich vorgekommenen einiger Zweifel übrig bleiben dürfte), unter die natürlichen Abtheilungen, die wir aufgefunden haben, rubricirt darstellt.

Abhandlungen

der

mathematischen Klasse

der

Königlich-Preufsischen

Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1814—1815.

Berlin

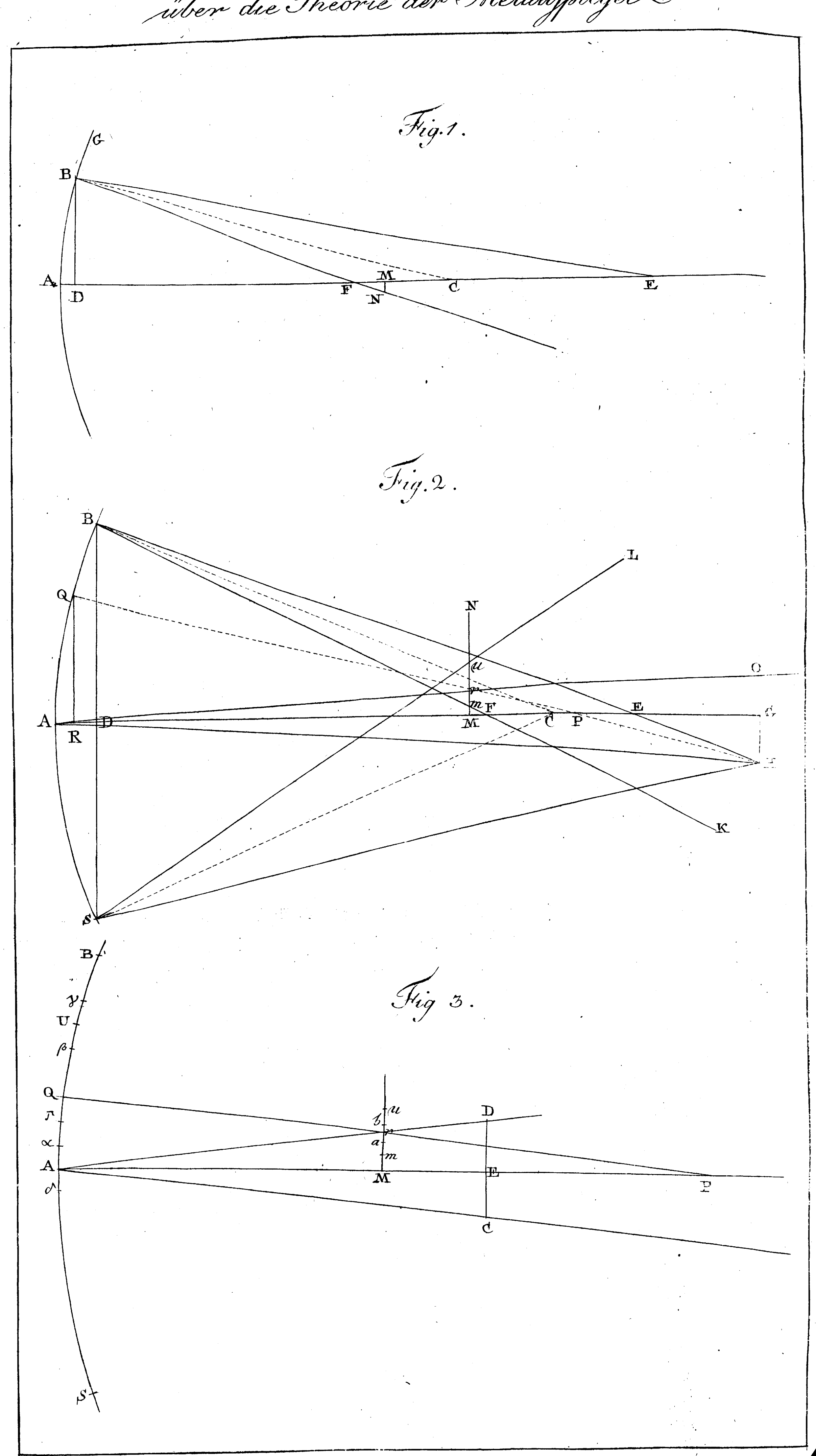
in der Realschul-Buchhandlung.

1818.



Inhalt.

Zur Abhandlung
über die Theorie der Metallspiegel



Analytische Untersuchungen über die Zurückstralung des Lichts von Metallspiegeln, die nach irgend einem Kegelschnitt gekrümmt sind.

Von Herrn E. G. Fischer *).

Einleitung.

§. 1.

Die Formeln, welche Euler in seiner Dioptrik, für die Abweichungen wegen der Gestalt der Gläser, mit so vielem Scharfsinn entwickelt hat, lassen sich zwar auch auf Spiegel anwenden, indessen ist ihre Anwendbarkeit doch in doppelter Hinsicht beschränkt. 1) Sie stellen bloſs die Abweichungen in der Achse dar, in Ansehung der Abweichungen auſser derselben aber, ist in der Theorie der Optik noch eine bedeutende Lücke auszufüllen übrig. Durch die gegenwärtige Abhandlung soll diese Lücke, wenigstens für den in der Ueberschrift angegebenen, und für die praktische Optik sehr wichtigen Fall ausgefüllt werden. 2) Die Eulerschen Formeln beziehen sich ausschlieſsend bloſs auf sphärische Krümmung; da man es aber vortheilhaft gefunden hat, groſse Objectivspiegel einer parabolischen Krümmung so viel als möglich zu nähern, so ist es nöthig, die Theorie auf alle Krümmungen, welche durch Umdrehung eines Kegelschnitts um eine Achse entstehen, auszudehnen. Hiedurch wird zwar die Entwickelung der Formeln etwas mühsam, die Resultate hingegen erscheinen einfacher als man erwartet.

*) Vorgelesen den 22. Juni 1815.

§. 2.

Es sind in allem nur fünf Arten solcher Spiegel möglich. Der Spiegel ist nämlich ein Segment

a) entweder von einer Kugel: **sphärischer Spiegel;**

b) oder von einem **parabolischen Afterkegel**, der durch Umdrehung einer Parabel um ihre Achse entsteht: **parabolischer Spiegel;**

c) oder von einem **elliptischen Ey**, das durch Umdrehung einer Ellipse um ihre lange Achse entsteht; da die Krümmung eines solchen Spiegels von der Mitte gegen den Rand hin abnimmt, so wollen wir ihn einen **elliptischen Spiegel mit abnehmender Krümmung** nennen;

d) oder von einem **elliptischen Sphäroid**, das durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kurze Achse entsteht; **elliptischer Spiegel mit zunehmender Krümmung;**

e) oder endlich von einem **hyperbolischen Afterkegel**, der durch Umdrehung einer Hyperbel um ihre Achse entsteht: **hyperbolischer Spiegel.**

§. 3.

Wird einer dieser fünf Spiegel vermittelst einer durch seine Achse gelegten Ebene geschnitten, so ist der Durchschnitt bei a) ein Kreisbogen; bei b) ein parabolischer Bogen zu beiden Seiten des Scheitels; bei c) ein elliptischer Bogen zu beiden Seiten der großen Achse; bei d) ein eben solcher Bogen zu beiden Seiten der kleinen Achse; endlich bei e) ein hyperbolischer Bogen zu beiden Seiten der Achse.

§. 4.

Nimmt man in allen diesen Fällen die Achse zur Abscissenlinie, und den Scheitelpunkt zum Anfangspunkt der Abscissen, so lassen sich alle gedachte Durchschnittscurven, bei rechtwinkligen Coordinaten, durch die einzige Gleichung der Ellipse

$$y^2 = 4px - \frac{4p}{d}x^2$$

vorstellen, in welcher $4p$ der Parameter, und d diejenige Achse ist, um welche die Curve gedreht werden muss, um den Spiegel zu beschreiben.

Für den Kreis ist $4p = d =$ dem Durchmesser des Kreises.

Für die Parabel ist d unendlich, also das letzte Glied der Gleichung = 0.

Für die Ellipse gilt die Gleichung in den beiden §. 2. bei c) und d) angegebenen Fällen, je nachdem man den Buchstaben d die grosse oder die kleine Achse der Ellipse bedeuten läst; wobei nur zu bemerken ist, dass wenn 4p in beiden Fällen gleich angenommen wird, die Gleichung zwei verschiedene Ellipsen vorstelle.

Für die Hyperbel ist endlich die Gleichung gültig, wenn d negativ gesetzt wird.

Wir werden also Formeln erhalten, die sich leicht auf jeden der obigen fünf Spiegel anwenden lassen, wenn wir die obige Gleichung zum Grunde legen.

Erster Abschnitt.

Theorie der Abweichung in der Achse.

§. 5.

Aufgabe: Es sey GH Fig. 2. der Durchschnitt des Spiegels, und AE die Achse desselben. Aus E falle ein Strahl in B auf den Spiegel, und werde nach F zurückgeworfen. Es soll eine Gleichung zwischen AE, AF, und der Abscisse AD des Punktes B gefunden werden.

Kurze Uebersicht des Ganges der Auflösung. — Zieht man die zu dem Punkt B gehörige Normale BC, so sind in den Dreiecken ECB, FCB die Winkel bei C gleich, und die Winkel bei C haben gleiche Sinus, daher verhält sich CE : BE = FC : BF; also ist

$$CE \cdot BF = BE \cdot FC,$$

welches die Fundamentalgleichung ist.

Ist ferner BD die Ordinate des Punktes B, so lassen sich die vier Linien dieser Gleichung durch vier andere BD, DF, DC, DE ausdrücken.

Ist ferner die Gleichung für die Curve gegeben, so läst sich wieder von diesen letztern vier Linien die Ordinate BD, und die Subnormale DC, durch die Abscisse AD ausdrücken, und so die verlangte Gleichung finden.

Ihre vollständige Entwickelung macht den Inhalt der folgenden §§. aus.

§. 6.

Um Irrationalitäten zu vermeiden, erheben wir die Fundamentalgleichung ins Quadrat, so ist: $CE^2 \cdot BF^2 = BE^2 \cdot FC^2$.

Man setze nun $BD^2 + DF^2$ statt BF^2; $BD^2 + DE^2$ statt BE^2; $DE - DC$ statt CE; $DC - CF$ statt FC, so erhält man nach einigen nicht schwierigen Verwandlungen eine Formel, die sich durch $DE - DF$ dividiren läſst. Nach geschehener Division findet man folgende Gleichung:

$$(DC^2 - DB^2)(DE + DF) - 2DC.DE.DF + 2DC.DB^2 = 0.$$

Diese Gleichung ist vollkommen allgemein, und man würde aus derselben, die Auflösung unserer Aufgabe, nicht bloſs für jeden Kegelschnitt, sondern überhaupt für jede Curve ableiten können. Denn man übersieht leicht, daſs man vermittelst der Gleichung der Curve, alles was unsere Formel enthält, durch AD, AF und AE nebst den Constanten der Curve würde ausdrücken können. Wir begnügen uns aber, sie auf die Kegelschnitte anzuwenden.

Entwickelt man aus der obigen Gleichung DF, so erhält man:

$$DF = \frac{2DC.DB^2 + (DC^2 - DB^2)\,DE}{2DC.DE - (DC^2 - DB^2)}$$

und da $AF = DF + AD$, so haben wir

$$AF = \frac{2DC.DB^2 + (DC^2 - DB^2)\,DE}{2DC.DE - (DC^2 - DB^2)} + DA.$$

§. 7.

Die Entfernung des stralenden Punktes vom Spiegel AE sey $= a$. Der Punkt B sey durch seine Abscisse $AD = x$ gegeben, so haben wir $DE = a - x$.

Aus der Gleichung der Curve §. 4. haben wir ferner

$$DB^2 = \frac{4px\,(d-x)}{d}$$

und die Subnormale des Punktes B ist

$$DC = \frac{2p\,(d-2x)}{d}$$

so daſs sich alle Gröſsen, welche die Formel für AF enthält, durch a, d, p und x ausdrücken lassen.

§. 8.

Es hat daher gar keine Schwierigkeit, für AF einen genauen Ausdruck zu finden, und man erhält nach allen erfoderlichen Reductionen, die mehr mühsam als schwer sind, folgende Formel:

$$AF = \frac{addp - 2dp\,(2a-d)\,x + (ad - 4ap - dd)\,x^2 - 8px^3}{dd\,(a-p) - 2d\,(a-2p)\,x + (d-4p)\,x^2}$$



§. 9.

Diese Formel ist für die Anwendung zu verwickelt. Wir werden uns daher auf eine Annäherungsformel beschränken müssen, und man kann dies um so sicherer, da x in jedem Fall gegen a, d und p sehr klein ist. Wir wollen uns daher nur auf die Glieder beschränken, welche Potenzen, niedriger als x^2, enthalten.

§. 10.

Wir setzen also:

$$AF = \frac{adp - 2p(2a-d)x}{d(a-p) - 2(a-2p)x}$$

Diese Formel läſst sich auf folgende Art in zwei Glieder theilen, von denen bloſs das zweite x enthält. Zuerst ist

$$AF = \frac{adp\left(1 - \frac{2(2a-d)}{ad}x\right)}{d(a-p)\left(1 - \frac{2(a-2p)}{d(a-p)}x\right)}$$

oder mit Weglassung der höhern Potenzen:

$$AF = \frac{ap}{a-p}\left(1 - \frac{2(2a-d)}{ad}x\right)\left(1 + \frac{2(a-2p)}{d(a-p)}x\right)$$

$$AF = \frac{ap}{a-p}\left(1 - \frac{2(2a-d)}{ad}x + \frac{2(a-2p)}{d(a-p)}x\right)$$

$$AF = \frac{ap}{a-p} - \frac{2ap}{a-p}\left(\frac{2a-d}{ad} - \frac{a-2p}{d(a-p)}\right)x.$$

Man multiplicire das zweite Glied auſserhalb der Klammer mit $\frac{ap}{a-p}$, innerhalb mit dem umgekehrten Werth $\frac{a-p}{ap}$, so ergiebt sich

$$AF = \frac{ap}{a-p} - 2\left(\frac{ap}{a-p}\right)^2\left(\frac{2a-d}{ad}\cdot\frac{a-p}{ap} - \frac{a-2p}{dap}\right)x.$$

$$AF = \frac{ap}{a-p} - 2\left(\frac{ap}{a-p}\right)^2\left[\left(\frac{2}{d} - \frac{1}{a}\right)\left(\frac{1}{p} - \frac{1}{a}\right) - \frac{1}{d}\left(\frac{1}{p} - \frac{2}{a}\right)\right]x$$

oder endlich:

$$AF = \frac{ap}{a-p} - 2\left(\frac{ap}{a-p}\right)^2\left(\frac{1}{dp} - \frac{1}{ap} + \frac{1}{aa}\right)x$$

§. 11.

Das erste Glied unserer Formel enthält kein d; es bleibt also für alle Kegelschnitte bei gleichem Parameter ungeändert.

Setzt man $x = o$, so verschwindet das zweite Glied, d. h. $\frac{ap}{a-p}$ ist die Entfernung, in welcher sich diejenigen Stralen nach der Reflexion vereinigen, welche unendlich nahe bei der Achse auffallen. Wir wollen annehmen, dieses geschehe in dem Punkte M, und wollen AM, wie gewöhnlich, α nennen, so erhalten wir die bekannte Formel $\alpha = \frac{ap}{a-p}$; und es ist klar: 1) dafs diese Formel für alle Kegelschnitte gültig sey; 2) dafs der Buchstabe p, der uns bisher blofs der vierte Theil des Parameters war, bei jedem Kegelschnitt zugleich die Brennweite des Spiegels bezeichne. Denn setzt man $a =$ unendlich, so wird $\alpha = p$.

Längenabweichung in der Achse.

§. 12.

Das zweite Glied unserer Formel stellt daher geradezu dasjenige vor, was man die Längenabweichung in der Achse nennt; nämlich FM (Fig. 1.). Es ist also:

$$FM = 2\left(\frac{ap}{a-p}\right)^2 \left(\frac{1}{dp} - \frac{1}{ap} + \frac{1}{aa}\right) x$$

Soll dieses FM der Raum seyn, in welchem alles aus E kommende Licht nach der Zurückstralung die Achse schneidet, so mufs x die zu den äufsersten Punkten G und H des Spiegels gehörige Abscisse seyn.

Breitenabweichung in der Achse, oder Halbmesser des Zerstreuungskreises.

§. 13.

Wenn man in dem Punkte M die Linie MN winkelrecht bis an den zurückgeworfenen Stral BN zieht; so ist MN das, was man die Breitenabweichnng des Strals BN nennt.

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke BDF und FMN ergiebt sich $MN = \frac{BD \cdot FM}{DF} = \frac{BD \cdot FM}{AF - AD}$.

Setzen wir in der für AF (§. 10.) gefundenen Formel α statt $\frac{ap}{a-p}$, und Q statt $\left(\frac{1}{dp} - \frac{1}{ap} + \frac{1}{aa}\right)$ vor x, so ist $AF = \alpha - 2\alpha^2 Qx$; $FM = 2\alpha^2 Qx$. Was BD betrifft, so ist (nach §. 7.) $BD^2 = 4px - \frac{4p}{d} x^2$;

da wir aber nach den Gesetzen der Approximation das Glied, welches x^2 enthält, weglassen müssen, so erhalten wir $BD = 2\sqrt{px}$; folglich

$$MN = \frac{4\alpha^2 Qx\sqrt{px}}{\alpha - 2\alpha^2 Qx - x} = 4\alpha Qx\sqrt{px}$$

indem bei der Division die folgenden Glieder höhere Potenzen als x^2 enthalten würden. Setzen wir für Q und α wieder ihre Werthe, so ergiebt sich

$$MN = \frac{4ap}{a-p}\left(\frac{1}{dp} - \frac{1}{ap} + \frac{1}{aa}\right) x\sqrt{px}.$$

§. 14.

Aus Gründen, die im folgenden liegen, ist es zweckmäſsig, mit dieser Formel noch folgende Umgestaltung vorzunehmen:

$$MN = \frac{4ap}{a-p}\left(\frac{1}{4pp} - \frac{1}{ap} + \frac{1}{aa} - \frac{1}{4pp} + \frac{1}{dp}\right) x\sqrt{px}$$

$$MN = \frac{4ap}{a-p}\left[\left(\frac{1}{2p} - \frac{1}{a}\right)^2 - \left(\frac{1}{2p}\right)^2 + \frac{1}{dp}\right] x\sqrt{px}$$

$$MN = \frac{4ap}{a-p}\left(\frac{(a-2p)^2 - a^2}{4a^2p^2} + \frac{1}{dp}\right) x\sqrt{px}.$$

§. 15.

Für die Entwickelung der Formeln war es bequemer, die Abscisse $AD = x$, als die Ordinate $BD = y$ in Rechnung zu bringen. Für die Anwendung verhält es sich umgekehrt. Da wir nun mit Weglassung von x^2, $y^2 = 4px$ setzen dürfen, so ist $\sqrt{px} = \frac{y}{2}$, und $x = \frac{yy}{4p}$, folglich $x\sqrt{px} = \frac{y^3}{8p}$; demnach

$$MN = \frac{a}{2p(a-p)}\left(\frac{(a-2p)^2 - a^2}{4aap} + \frac{1}{d}\right) y^3.$$

§. 16.

Nimmt man an, der Punkt B liege am äuſsersten Rande des Spiegels, so sieht man leicht ein, daſs MN der Halbmesser eines kreisförmigen Raums sey, durch welchen alle aus E kommenden, und vom Spiegel zurückgeworfenen Stralen hindurchgehen müssen; d. h. MN ist unter dieser Voraussetzung der Halbmesser des Zerstreuungskreises, oder das Maaſs der Undeutlichkeit in der Achse.

Vergleichung der sphärischen und parabolischen Spiegel, in Ansehung der Deutlichkeit in der Achse.

§. 17.

Für den sphärischen Spiegel ist $d = 4p$ (§. 4.), daher

$$MN = \frac{a}{2p(a-p)} \left(\frac{(a-2p)^2}{4aap}\right) y^3 = \frac{(a-2p)^3}{8app(a-p)} y^3.$$

Für den parabolischen Spiegel ist d unendlich, also

$$MN = \frac{a}{2p(a-p)} \left(\frac{(a-2p)^2 - a^2}{4aap}\right) y^3 = \frac{(a-2p)^2 - a^2}{8app(a-p)} y^3$$

§. 18.

Eine genauere Vergleichung beider Formeln zeigt, daſs die Undeutlichkeit für gewisse Werthe von a bei dem sphärischen, für andere bei dem parabolischen Spiegel gröſser sey. Die Gränzen hievon ergeben sich durch folgende Betrachtung.

Beide Formeln haben gleiche Nenner, es wird also lediglich auf die Vergleichung der Zähler ankommen. Auch ist klar, daſs es bei dieser Vergleichung nur auf ihre absolute Gröſse, nicht auf die Vorzeichnung ankomme.

Völlige Gleichheit beider Zähler findet nur statt, wenn $a = 0$, ein Fall, der bei dem optischen Gebrauch solcher Spiegel gar nicht vorkommt. Aber es giebt noch zwei Werthe von a, bei welchen beide Zähler gleich groſs, aber entgegengesetzt sind. Diese Werthe ergeben sich durch Auflösung der Gleichung $(a - 2p)^2 = -(a - 2p)^2 + a^2$; woraus man findet

$$a = 4p\,(1 \pm \sqrt{0,5}).$$

Es ist aber $\sqrt{0,5} = 0,7071..$ Nennt man daher die beiden Werthe von a, welche dieser Ausdruck in sich schlieſst a′ und a″, so hat man

$$a' = 4p\,(1 + 0,7071..) = 6,8284..p$$
$$a'' = 4p\,(1 - 0,7071..) = 1,1716..p$$

zwischen diesen beiden Werthen von a, (oder in runden Zahlen, zwischen der einfachen und siebenfachen Brennweite) ist die Undeutlichkeit bei dem sphärischen Spiegel, in allen übrigen Fällen bei dem parabolischen Spiegel kleiner.

Der parabolische Spiegel giebt daher, als Objectivspiegel gebraucht, in der Achse eine gröſsere Deutlichkeit. Zum kleineren Spiegel eines Gregorischen Teleskops hat die sphärische Krümmung den Vorzug.

Hätte



Hätte die Ausführung anderer Krümmungen von Seiten der Mechanik nicht fast unüberwindliche Schwierigkeiten, so würde sich aus unsern Formeln erweisen lassen, daſs für den letztern Fall eine hyperbolische Krümmung noch vorzüglicher seyn würde.

Zweiter Abschnitt.
Theorie der Abweichungen auſser der Achse.

§. 19.

Folgende Betrachtungen mögen uns den Weg zu dieser etwas verwikkelten Untersuchung bahnen.

Es sey H (Fig. 2.) ein stralender Punkt auſser der Achse, von welchem der Stral HQ, der die Achse in P schneidet, **normal** auf den Spiegel fällt, also in sich selbst zurückgeworfen wird.

Alle übrigen von H kommenden Stralen, welche über oder unter HQ den Spiegel treffen, werden gegen den Normalstral hin reflectirt, und durchschneiden ihn entweder (wie alle, die in der Ebene der Zeichnung liegen), oder sie gehen wenigstens sehr nahe bei ihm vorbei. Alle zurückgeworfene Stralen durchkreuzen sich daher innerhalb eines kleinen Raums, der in unserer Zeichnung als ein kreisförmiger Raum vom Durchmesser $m\mu$ angenommen ist, indem die von den äuſsersten Punkten des Spiegels B und S reflectirten Stralen, jener die Linie MN, in welcher eine scharfe Abbildung entstehen sollte, in m, dieser in μ schneidet.

Die Gröſse von $m\mu$ zu bestimmen, ist eigentlich die Aufgabe, die wir aufzulösen haben.

§. 20.

Aus H fälle man HG, und QR aus Q winkelrecht auf die Achse, so ist der Punkt H gegeben, wenn AG und der Punkt Q gegeben sind. Der Punkt Q aber sey durch seine Abscisse AR gegeben. Auch sieht man leicht, daſs unter eben den Voraussetzungen die ganzen Dreiecke QRP und PGH gegeben sind.

§. 21.

Man betrachte nun einen andern aus H kommenden Stral HB, welcher die Achse in E schneidet. Der Punkt B sey wieder durch seine Abscisse AD gegeben, und wenn BC die zu dem Punkt B gehörige Normale ist, so

ist in dem Dreiecke BDC, vermöge der Gleichung der Curve, alles für gegeben zu achten.

§. 22.

Man mache den Winkel $CBF = CBE$, so ist CF der reflectirte Stral. Man kann aber den Stral HB betrachten, als käme er aus dem Punkte E der Achse, und sein reflectirter Stral schneidet die Achse in F.

Durch diese Betrachtung knüpft sich unsere Untersuchung an die Resultate des ersten Abschnitts, und eine Vergleichung der ersten und zweiten Figur zeigt deutlich, daſs in den Dreiecken EBC, CBF der zweiten Figur alles völlig so sey, wie in den gleichbenannten Dreiecken der ersten. Es findet folglich auch hier die oben §. 6. entwickelte Gleichung statt:

$$= (DC^2 - DB^2)(DE + DF) - 2DC.DE.DF + 2DC.DB^2 = 0.$$

§. 23.

Es sey nun M derjenige Punkt, wo die aus G kommenden und nahe bei A auf den Spiegel fallenden Stralen sich nach geschehener Reflexion vereinigen, so daſs in M die optische Abbildung des Punktes G ist. Dann ist AM das, was im ersten Abschnitt α hieſs, so wie AG das, was dort a genannt wurde. Der Punkt M ist also vermöge des ersten Abschnitts (§. 11.) gegeben, wenn $AG = a$ gegeben ist.

In M errichte man MN winkelrecht, so wird der reflectirte Stral BF diese Linie in irgend einem Punkt m schneiden, und Mm ist diejenige Gröſse, für welche wir zunächst eine Formel suchen wollen.

§. 24.

Diese Formel ergiebt sich aus Betrachtung der ähnlichen Dreiecke BDF, MmF, in welchen sich verhält $DF : MF = BD : Mm$, oder $DF : DF - DM = BD : Mm$; daher ist

$$\text{(I.)}\quad Mm = \left(1 - \frac{DM}{DF}\right) BD.$$

§. 25.

Wir wollen nun zunächst aus der Fundamentalgleichung (§. 22.) den Werth von $\frac{1}{DF}$ bestimmen. Dividirt man diese Gleichung zuerst durch $DE.DF$, so erhält man:

$$(DC^2 - DB^2)\left(\frac{1}{DF} + \frac{1}{DE}\right) + \frac{2DC.DB^2}{DE.DF} - 2DC = 0.$$

und hieraus ergiebt sich:

$$\text{(II.)}\quad \frac{1}{DF} = \frac{2DC - (DC^2 - DB^2)\frac{1}{DE}}{(DC^2 - DB^2) + 2DC.DB^2\frac{1}{DE}}$$

Zur Abkürzung wollen wir den Zähler dieser Formel $= Z$, und den Nenner $= N$ setzen, also $\frac{1}{DF} = \frac{Z}{N}$.

§. 26.

Die Linien DC, DB sind, wie oben §. 21. bemerkt worden, als gegeben zu betrachten, wenn der Punkt B gegeben ist. Wir wollen also nur zuerst den Werth von $\frac{1}{DE}$ aus unsern Datis bestimmen. Dieses geschieht auf folgende Art:

1) In den ähnlichen Dreiecken PQR, PGH hat man $PR : QR = PG : PH = DG - DP : GH$, also ist

$$GH = \frac{DG.QR}{PR} - \frac{DP.QR}{PR}.$$

2) Es ist ferner in den Dreiecken BDE, EGH, $DB + GH : DB = DG : DE$; woraus folgt

$$\frac{1}{DE} = \frac{1}{DG}\left(1 + \frac{GH}{DB}\right)$$

substituirt man hier den bei Nr. 1. gefundenen Werth von GH, so erhält man

$$\text{(III.)}\quad \frac{1}{DE} = \frac{1}{DG}\left(1 + \frac{DG.QR}{DB.PR} - \frac{DP.QR}{DB.PR}\right)$$

$$\text{oder}\quad \frac{1}{DE} = \frac{1}{DG}\left(1 - \frac{QR.DP}{DB.PR}\right) + \frac{QR}{DB.PR}.$$

§. 27.

Die Data zur Berechnung der Formeln (III.), (II.), (I.) sind nun folgende:

Da der Punkt Q durch seine Abscisse AR gegeben ist, so setzen wir

$$AR = x;\quad QR = y,$$

also vermöge der Gleichung der Curve §. 4.

$$QR^2 = y^2 = 4px\left(1 - \frac{1}{d}x\right);\quad \text{und}$$

$$PR = 2p\left(1 - \frac{2}{d}x\right);\quad (§.\ 7.)$$

Der Punkt B ist ferner gleichfalls durch seine Abscisse AD gegeben,

aber wir wollen diese hier nicht durch einen einzelnen Buchstaben bezeichnen, sondern sie durch ihr Verhältniſs gegen $AR = x$ ausdrücken, und

$$AD = n^2 x$$

setzen. Nennen wir ferner die Ordinate $BD = v$, so ist

$$BD^2 = v^2 = 4n^2 px \left(1 - \frac{nn}{d} x\right), \text{ §. 4. und}$$

$$CD = 2p \left(1 - \frac{2nn}{d} x\right); \text{ (§. 7.)}$$

Aus $AD = n^2 x$, und $AR = x$ ergiebt sich ferner

$$DR = (n^2 - 1)\, x.$$

Endlich muſs, wenn der Punkt H gegeben seyn soll, noch AG gegeben seyn. Wir setzen also

$$AG = a; \text{ daher } DG = a - n^2 x = a \left(1 - \frac{nn}{a} x\right).$$

Anmerkung. Wir haben hier alle Formeln, die aus zwei Gliedern bestehen, auf die Form $A\,(1 + Bx)$ gebracht. Diese Form giebt bei Weglassung der höhern Potenzen von x einen bequemen Algorithmus. Es ist nämlich $A\,(1 + Bx)\; C\,(1 + Dx) = AC\,(1 + Bx + Dx)$; ferner

$$\frac{1}{A(B + Cx)} = \frac{1}{A}\,(1 - Bx); \quad \frac{A\,(1 + Bx)}{C\,(1 + Dx)} = \frac{A}{C}\,(1 + Bx - Dx);$$

$$[A\,(1 + Bx)]^n = A^n\,(1 + nBx); \quad \sqrt[n]{[A\,(1 + Bx)]} = \left(1 + \frac{B}{n} x\right) \sqrt[n]{A};$$

u. s. f. Wir werden von diesem Algorithmus in den folgenden §§. Gebrauch machen.

§. 28.

Es würde zwar nicht unmöglich seyn, aus diesen Datis eine genaue Formel für Mm zu finden, aber die Rechnung würde sehr verwickelt, und durch Irrationalitäten beschwerlich werden. Wir wollen es daher sogleich auf eine Näherungsformel anlegen.

Wir wollen also zuerst den Werth von $\frac{1}{DE}$ nach der Formel (III.) §. 26. berechnen, und dabei alle Glieder weglassen, welche höhere Potenzen von x, als die erste enthalten. Es war §. 26.

$$\frac{1}{DE} = \frac{1}{DG}\left(1 - \frac{QR \,.\, DP}{DB \,.\, PR}\right) + \frac{QR}{DB \,.\, PR}.$$

Nach §. 27. ist

$$\frac{QR^2}{DB^2} = \frac{1}{nn}\left(1 + \frac{nn-1}{d}x\right);\ \text{also}\ \frac{QR}{DB} = \frac{1}{n}\left(1 + \frac{nn-1}{2d}x\right).$$

Hieraus folgt ferner, auch aus §. 27.:

$$\frac{QR}{DB\,.\,PR} = \frac{1}{2np}\left(1 + \frac{nn+3}{2d}x\right).$$

Wir bestimmen weiter den Werth des Quotienten $\frac{DP}{PR}$, nämlich

$\frac{DP}{PR} = \frac{PR - DR}{PR} = 1 - \frac{DR}{PR}$. Es ist aber vermöge der §. 27. bestimmten Werthe von DR und PR,

$$\frac{DR}{PR} = \frac{nn-1}{2p}x;\ \text{also}$$

$$\frac{DP}{PR} = 1 - \frac{nn-1}{2p}x.$$

Hieraus und aus dem obigen Werth von $\frac{QR}{DB}$ ergiebt sich weiter

$$\frac{QR}{DB}\cdot\frac{DP}{PR} = \frac{1}{n}\left[1 + \frac{nn-1}{2}\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{p}\right)x\right],\ \text{und}$$

$$1 - \frac{QR\,.\,DP}{DB\,.\,PR} = \frac{n-1}{n} - \frac{nn-1}{2n}\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{p}\right)x$$

$$= \frac{n-1}{n}\left[1 - \frac{n+1}{2}\left(\frac{1}{d} - \frac{1}{p}\right)x\right].$$

Endlich ist nach §. 27. $\frac{1}{DG} = \frac{1}{a}\left(1 + \frac{nn}{a}x\right)$, und so erhalten wir aus §. 26.

$$\frac{1}{DE} = \frac{n-1}{na}\left(1 + \frac{n+1}{np}x - \frac{n+1}{2d}x + \frac{nn}{a}x\right) + \frac{1}{2np}\left(1 + \frac{nn+3}{2d}x\right);$$

§. 29.

Wir gehen nunmehr zur Berechnung des Werthes von $\frac{1}{DF}$, nach der §. 25. entwickelten Formel (II.) über. Es war

$$\frac{1}{DF} = \frac{2DC - (DC^2 - DB^2)\frac{1}{DE}}{(DC^2 - DB^2) + 2DC\,.\,DB^2\frac{1}{DE}} = \frac{Z}{N}.$$

Hier ist zuerst aus §. 27.

$$DC^2 - DB^2 = 4p^2 - \frac{16n^2p^2}{d}x - 4n^2p\,x$$

$$= 4p^2\left(1 - \frac{4n^2}{d}x - \frac{n^2}{p}x\right)$$

und daher aus §. 28.

$$(DC^2 - DB^2)\frac{1}{DE} = \frac{4(n-1)p^2}{na}\left(1 + \frac{n^2}{a}x - \frac{8n^2+n+1}{2d}x - \frac{2n^2-n-1}{2p}x\right)$$

$$+ \frac{2p}{n}\left(1 - \frac{7n^2-3}{2d}x - \frac{n^2}{p}x\right)$$

und da ferner $2DC = 4p\left(1 - \frac{2nn}{d}x\right)$, so ist der Zähler unserer Formel §. 25.

$$Z = 4p\left(1 - \frac{2n}{d}x\right) - \frac{4(n-1)p^2}{na}\left(1 + \frac{n^2}{a}x - \frac{8n^2+n+1}{2d}x - \frac{2n^2-n-1}{2p}x\right)$$

$$- \frac{2p}{n}\left(1 - \frac{7n^2-3}{2d}x - \frac{n^2}{p}x\right).$$

Wenn man diese Formel durch $2p$ dividirt, und dann die Glieder, welche kein x enthalten, von denen, welche es enthalten, absondert, so ergiebt sich

$$\frac{Z}{2p} = \frac{(2n-1)a - 2(n-1)p}{nap} + \frac{1}{n}\left(-\frac{8n^3+7n^2+3}{2d} + \frac{n}{p}\right)x$$

$$- \frac{2(n-1)p}{na}\left(\frac{n^2}{a} - \frac{8n^2+n+1}{2d} - \frac{2n^2-n-1}{2p}\right)x.$$

§. 30.

Es folgt die Berechnung des Nenners N (§. 25.). Es ist zunächst (§. 27.)

$$2DC \,.\, DB^2 = 16n^2p^2x.$$

Dieser Werth ist mit $\frac{1}{DE}$ (§. 28.) zu multipliciren. Da er aber schon den Factor x enthält, so haben wir aus dem Werth von $\frac{1}{DE}$ nur die Glieder zu nehmen, welche kein x enthalten; so erhalten wir

$$2DC.DB^2\,\frac{1}{DE} = 16n^2p^2\left(\frac{n-1}{na} + \frac{1}{2np}\right)x = 4p^2\left(\frac{4n(n-1)}{a} + \frac{2n}{p}\right)x$$

Oben §. 29. fanden wir

$$DC^2 - DB^2 = 4p^2\left(1 - \frac{4n^2}{d}x - \frac{n^2}{p}x\right).$$

wir erhalten daher

$$\frac{N}{2p} = 2p\left(1 - \frac{4n^2}{d}x - \frac{n(n-2)}{p}x + \frac{4n(n-1)}{a}x\right).$$

Anstatt hiedurch den Werth von $\frac{Z}{2p}$ zu dividiren, kann man diesen bequemer durch den umgekehrten Werth $\frac{2p}{N}$ multipliciren. Es ist aber

$$\frac{2p}{N} = \frac{1}{2p}\left(1 + \frac{4n^2}{d}x + \frac{n(n-2)}{p}x - \frac{4n(n-1)}{a}x\right).$$

§. 31.

Durch Multiplication der Werthe von $\frac{Z}{2p}$ und $\frac{2p}{N}$ erhält man mit Weglassung der höheren Potenzen von x, den Werth von $\frac{Z}{N}$ oder $\frac{1}{DF}$, wie folgt:

$$\frac{1}{DF} = \frac{(2n-1)a - 2(n-1)p}{2nap} + \frac{1}{2np}\left(-\frac{8n^3-7n^2+3}{2d} + \frac{2n^2}{2p}\right)x$$
$$+ \frac{n-1}{na}\left(+\frac{8n^2+n+1}{2d} + \frac{2n^2-n-1}{2p} - \frac{n^2}{a}\right)x$$
$$+ \frac{(2n-1)a - 2(n-1)p}{2nap}\left(+\frac{8n^2}{2d} + \frac{2n(n-2)}{2p} - \frac{4n(n-1)}{a}\right)x,$$

oder wenn man die letzte Zeile in zweie theilt

$$\frac{1}{DF} = \frac{(2n-1)a - 2(n-1)p}{2nap} + \frac{1}{2np}\left(-\frac{8n^3-7n^2+3}{2d} + \frac{2n^2}{2p}\right)x$$
$$+ \frac{n-1}{na}\left(+\frac{8n^2+n+1}{2d} + \frac{2n^2-n-1}{2p} - \frac{n^2}{a}\right)x$$
$$+ \frac{1}{2np}\left(+\frac{8n^2(2n-1)}{2d} + \frac{2n(n-2)(2n-1)}{2p} - \frac{4n(n-1)(2n-1)}{a}\right)x$$
$$+ \frac{n-1}{na}\left(-\frac{8n^2}{2d} - \frac{2n(n-2)}{2p} + \frac{4n(n-1)}{a}\right)x,$$

oder, nach einigen nicht schwierigen Reductionen

$$\frac{1}{DF} = \frac{a-p}{ap} - \frac{a-2p}{2nap} + \frac{n^2-2n+1}{pp}x - \frac{8n^3-16n^2+8n-1}{2nap}x$$
$$+ \frac{3n^2-7n+4}{aa}x + \frac{n^2-1}{2nad}x + \frac{8n^3+n^2-3}{4npd}x.$$

§. 32.

Es ist endlich noch der Werth von Mm nach der Formel (I) §. 24. zu berechnen; nämlich

$$Mm = \left(1 - \frac{DM}{DF}\right) BD.$$

Hier ist bloſs noch der Werth von DM zu bestimmen. Man erinnere sich, daſs M Fig. 2. derjenige Punkt war, wo Stralen, welche aus G, also aus der Entfernung $AG = a$ kommen, und unendlich nahe bei der Achse auf den Spiegel fallen, sich nach der Zurückstralung vereinigen (§. 23.) Folglich ist

$$AM = \alpha = \frac{ap}{a-p} \text{ (§. 11.). Daher } DM = \frac{ap}{a-p} - n^2 x.$$

Multiplicirt man nun hiemit die letzte im vorigen §. für $\frac{1}{DF}$ gefundene Formel, so erhält man:

$$\frac{DM}{DF} = 1 - \frac{a-2p}{a-p}$$

$$+ \frac{ap}{a-p}\left(\frac{n^2-2n+1}{pp} - \frac{8n^3-15n^2+8n-1}{2nap} + \frac{2n^2-7n+4}{aa} + \frac{n^2-1}{2nad} + \frac{8n^3-n^2-3}{4npd}\right)x$$

$$+ \left(-\frac{a-p}{ap}n^2 + \frac{a-2p}{ap}n\right)x$$

woraus nach gehörigen Veränderungen der in den beiden Klammern befindlichen Glieder folgt

$$1 - \frac{DM}{DF} = \frac{a-2p}{2n(a-p)}$$

$$+ \frac{ap}{a-p}\left(\frac{3n-2}{pp} + \frac{4n^3-12n^2+8n-1}{2nap} - \frac{2n^2-6n+4}{aa} - \frac{n^2-1}{2nad} - \frac{8n^3-n^2-3}{4npd}\right)x$$

Dieser Ausdruck ist noch mit $DB = \left(2n - \frac{n^2}{d}x\right)\sqrt{px}$ (§. 27.) zu multipliciren, und man erhält dadurch

$$Mm = \left[\frac{a-2p}{a-p} + \frac{ap}{a-p}\left(\frac{3n^2-2n}{pp} + \frac{4n^3-12n^2+8n-1}{ap} - \frac{4n^3-12n^2+8n}{aa} - \frac{n^2-1}{ad} - \frac{8n^3-n^2-3}{2pd}\right)x\right.$$

$$\left. + \frac{a-2p}{2(a-p)d}n^2 x\right]\sqrt{px}.$$

Statt des letzten Gliedes in der äuſseren Klammer setze man

$$\frac{ap}{a-p}\left(-\frac{n^2}{2pd} + \frac{n^2}{ad}\right)x,$$

dann

dann läſst sich alles, was mit x multiplicirt ist, vereinigen, und man erhält nun:

$$Mm = \left[\frac{a-2p}{a-p} + \frac{ap}{a-p}\left(\frac{3n^2-2n}{pp} + \frac{4n^3-12n^2+8n-1}{ap} - \frac{4n^3-12n^2+8n}{aa} + \frac{1}{ad} - \frac{8n^3-3}{2dp}\right)x\right]\sqrt{px}.$$

§. 33.

Die Glieder, welche in der innern Klammer stehn, haben wir bisher nach den Divisoren geordnet, weil dadurch die Entwickelung der Formeln erleichtert wurde. Der Gebrauch erfodert aber eine Anordnung nach Potenzen von n. Die Formel erhält dadurch folgende Gestalt:

$$Mm = \left[\frac{a-2p}{a-p} + \frac{ap}{a-p}\left(\left(-\frac{1}{ap}+\frac{1}{aa}+\frac{3}{2dp}\right) - \left(\frac{2}{pp}-\frac{8}{ap}+\frac{8}{aa}\right)n + \left(\frac{3}{pp}-\frac{12}{ap}+\frac{12}{aa}\right)n^2 - 4\left(\frac{1}{aa}-\frac{1}{ap}+\frac{1}{dp}\right)n^3\right)x\right]\sqrt{px}.$$

Zu mehrerer Bequemlichkeit wollen wir folgende Abkürzungen brauchen:

$$A = -\frac{1}{ap} + \frac{1}{aa} + \frac{3}{2dp} = -\frac{1}{a}\left(\frac{1}{p}-\frac{1}{a}\right) + \frac{3}{dp}$$

$$B = +\frac{2}{pp} - \frac{8}{ap} + \frac{8}{aa} = +2\left(\frac{1}{p}-\frac{2}{a}\right)^2$$

$$C = +\frac{3}{pp} - \frac{12}{ap} + \frac{12}{aa} = +3\left(\frac{1}{p}-\frac{2}{a}\right)^2$$

$$D = -\frac{4}{ap} + \frac{4}{aa} + \frac{4}{dp} = +4\left(\frac{1}{aa}-\frac{1}{ap}+\frac{1}{pd}\right)$$

In diesen Bezeichnungen haben wir also

$$Mm = \left[\frac{a-2p}{a-p} + \frac{ap}{a-p}(A - Bn + Cn^2 - Dn^3)x\right]\sqrt{px}.$$

§. 34.

Es ist hier der Ort, den Sinn und Werth des Buchstaben n genauer zu erörtern.

Wir haben oben (§. 27.) die dem normalen Stral HQ zugehörige Abscisse AR = x gesetzt, und die zu irgend einem andern von H kommenden Stral HB gehörige AD haben wir n^2x genannt. Es ist also für alle von H kommende Stralen x eine beständige und n eine veränderliche Gröſse, und wir haben

$$n^2 = \frac{AD}{AR}; \text{ und } n = \pm\sqrt{\frac{AD}{AR}}.$$

Liegt nun der Punkt B (wie in unserer Fig. 2.) entfernter von der Achse, als Q, so ist AD $>$ AR, folglich n $> +$ 1. Rückt der Punkt B allmälig näher an Q, so nähert sich n dem Werthe $+$ 1, und es erhält diesen Werth, wenn B mit Q zusammenfällt. Rückt B noch näher gegen die Achse, so wird AD $<$ AR, folglich n $< +$ 1. Kommt B in A, so ist DA $=$ o, also auch n $=$ o. Rückt B auf die andere Seite der Achse, so bewegt sich der Punkt D in der entgegengesetzten Richtung gegen seine vorige Bewegung, d. h. n wird negativ. Verlängert man in der Figur BD bis S, so ist klar, daſs n von A bis S gerade so negativ wachse, wie es von B bis A positiv abgenommen hatte, und daſs zu jeden zwei Punkten, die (wie B und S) gleich weit über und unter der Achse liegen, gleiche, aber entgegengesetzte Werthe von n gehören.

Unsere Formel giebt also für jeden von H kommenden Stral HB den Punkt m, in welchem er nach der Zurückstralung die Linie MN, in welcher sich eigentlich eine scharfe Abbildung des Punktes H befinden sollte, schneidet.

§. 35.

Es ist aber auch hier für die Anwendung bequemer, die Ordinaten statt der Abscissen in die Formeln zu bringen.

Da die Ordinate QR des Normalstrals für alles aus H kommende Licht eine beständige Gröſse ist, so wollen wir sie nicht mit y, sondern mit c bezeichnen. Da nun nach der allgemeinen Gleichung der Kegelschnitte (§. 4.), mit Weglassung des Gliedes, welches x^2 enthält, $QR^2 = c^2 = 4px$, so erhalten wir

$$AR = x = \frac{cc}{4p};\ px = \frac{cc}{4};\ \sqrt{px} = \frac{c}{2}.$$

Nennen wir nun die Ordinate des als veränderlich gedachten Punktes B, nämlich AD $= v$, so haben wir auf eben die Art

$$AD = n^2 x = \frac{vv}{4p}.$$

Da nun $n^2 = \frac{AD}{AR}$ war, so ergiebt sich

$$n^2 = \frac{v^2}{c^2},\ \text{und}\ n = \frac{v}{c}.$$

§. 37.

Bringt man diese Werthe statt n in die Formel für Mm (§. 33.), so erhält man

$$Mm = \left[\frac{a-2p}{a-p} + \frac{ap}{a-p}\left(A - \frac{B}{c}v + \frac{C}{cc}v^2 - \frac{D}{ccc}v^3\right)\frac{c^2}{4p}\right]\frac{c}{2}$$

oder wenn man alle Glieder, welche das veränderliche v enthalten, von denen trennt, die es nicht enthalten

$$Mm = \frac{a}{8(a-p)}\left(\frac{4(a-2p)}{a} + Ac^2\right)c - \frac{a}{8(a-p)}(Bc^2v - Ccv^2 + Dv^3).$$

§. 37.

Der erste Theil dieser Formel bleibt für alle von H kommende Stralen ungeändert. Der Werth des letzten Stücks aber ist von v abhängig. Setzt man $v = 0$, so verschwindet dieses ganze Stück. Folglich bestimmt der erste Theil allein die Stelle der Linie MN, wo der von H kommende Hauptstral HA nach der Zurückstralung die Linie MN schneidet. Macht man also den Winkel GAO = GAH, und durchschneidet AO die MN in dem Punkte r, so ist

$$Mr = \frac{a}{8(a-p)}\left(\frac{4(a-2p)}{a} + Ac^2\right)c.$$

Da wir aber oben (§ 23.) M für denjenigen Punkt angenommen haben, wo eine scharfe Abbildung des Punktes G entstehen sollte, so ist r derjenige Punkt der MN, durch welchen alle von H kommende Stralen nach der Reflexion gehen müſsten, wenn ein scharfes Bild des Punktes H entstehen, und der ganze Gegenstand GH sich in der Linie MN scharf und ähnlich abbilden sollte.

§. 38.

Betrachten wir nun irgend einen andern Stral HB, der den Spiegel oberhalb der Achse trifft, für welchen also v positiv ist, so ergiebt sich aus der negativen Vorzeichnung des zweiten Theils der Formel für Mm (§. 36.), daſs sein reflectirter Stral BK die Linie MN unter r schneiden werde, (wofern nicht etwa in besondern Fällen der ganze zweite Theil der Formel einen negativen Werth erhält). Nehmen wir nun an, der Stral BK schneide die MN in m, so ist klar, daſs das letzte Glied unserer Formel die kleine Linie rm vorstelle, welche wir die Abweichung des Strals BK nennen, und mit dem Buchstaben u bezeichnen wollen. Da nun rm = Mr — Mm, so ergiebt sich $rm = u = + \frac{a}{8(a-p)}(Bc^2v - Ccv^2 + Dv^3)$. So ausge-

drückt, zeigt die positive Vorzeichnung einer Abweichung an, daſs sie unter r, eine negative, daſs sie über r liege.

§. 39.

Setzen wir statt B, C und D wieder ihre Werthe aus §. 35, so erhalten wir folgende Formel für

die Abweichung auſser der Achse

$$u = \frac{a}{8(a-p)}\left[2\left(\frac{1}{p}-\frac{2}{a}\right)^2 e^2 v - 3\left(\frac{1}{p}-\frac{2}{a}\right)^2 c v^2 + 4\left(\frac{1}{aa}-\frac{1}{ap}+\frac{1}{pd}\right)v^3\right]$$

Diese Formel ist als das Hauptresultat unserer Untersuchung anzusehen, indem sie für jeden Stral, der von einem Spiegel zurückgeworfen wird, angiebt, wie weit er sich von der Stelle entfernt, durch welche er eigentlich gehen müſste, um eine scharfe Abbildung zu machen.

Gebrauch der Formel zur Bestimmung des Zerstreuungskreises.

§. 40.

Unter allen vom Spiegel zurückgeworfenen Stralen muſs es einen geben, der am tiefsten, und einen andern der am höchsten über r durch MN geht. Nehmen wir also an, daſs der von B reflectirte Stral die MN am tiefsten in m, der von S reflectirte aber am höchsten in μ schneide, so werden alle übrigen vom Spiegel kommenden Stralen zwischen m und μ durchgehen müssen. Legt man nun durch MN eine auf der Achse winkelrechte Ebene und beschreibt in dieser einen Kreis vom Durchmesser $m\mu$, so sieht man leicht, daſs alles vom Punkt H kommende u vom Spiegel zurückgeworfene Licht, welches sich eigentlich in den einzigen Punkt r sammeln sollte, über die Fläche dieses Kreises zerstreuen, und eine desto undeutlichere Abbildung von H machen werde, je gröſser $m\mu$ ist.

Wir nennen daher $m\mu$ den *Durchmesser des Zerstreuungskreises*, und betrachten ihn als das Maaſs der Undeutlichkeit.

Die durch MN gelegte Ebene wollen wir die Ebene des Bildes, so wie eine durch GH winkelrecht auf die Achse gelegte Ebene die Ebene des Gegenstandes nennen. Denn denken wir uns den stralenden Gegenstand als eine in der Ebene GH beliebig gezeichnete Figur, so ist klar, daſs ihr optisches Bild eine ähnliche, und ähnlich nur entgegengesetzt liegende Fi-

nur in der Ebene MN seyn müſste, wenn überhaupt eine scharfe Abbildung möglich wäre.

§. 41.

Im Allgemeinen ist über den Zerstreuungskreis folgendes zu bemerken:

1) Daſs alle in der Ebene der Zeichnung liegende Stralen zwischen m und μ durchgehen müssen, folgt nothwendig aus dem bloſsen Begriff des Zerstreuungskreises. Was aber solche Stralen betrifft, welche von H aus über oder unter der Ebene der Zeichnung zum Spiegel gelangen, so würde eine genaue Bestimmung der Punkte, wo sie durch die Ebene des Bildes gehen, eine sehr verwickelte Untersuchung erfodern. Man kann sich aber dieser Untersuchung überheben, denn da erweislich die Zerstreuungskreise in der Achse wirkliche Kreise sind, so folgt schon aus dem Gesetze der Stätigkeit, daſs sie in der Nähe der Achse nur sehr wenig von der Kreisgestalt abweichen können. Sollte daher auch ein Kreis vom Durchmesser $m\mu$ in der That nicht alle zu dem Punkt H gehörige Stralen aufnehmen, so ist doch gewiſs, daſs die, welche etwa neben demselben durchgehen möchten, nur einen ganz unbedeutenden Theil aller ausmachen werden.

2) Wir haben in Fig. 2. und im 4ten §. angenommen, daſs die von den äuſsersten Punkten B und S kommenden Stralen auch am entferntesten von r durch die Ebene des Bildes gehen. So verhält es sich in der That, wie wir sehen werden, bei dem sphärischen Spiegel. Bei anders gekrümmten Spiegeln kann es sich anders verhalten, so wie wir es namentlich bei dem parabolischen anders finden werden.

3) Da die §. 39. gefundene Formel für jeden in der Ebene der Zeichnung liegenden Stral den Punkt seines Durchgangs durch die Ebene des Bildes bestimmt, so ist klar, daſs man in jedem Fall vermittelst derselben auch die äuſsersten Durchgangspunkte m und μ werde finden können, die Stralen, wozu sie gehören, mögen vom Rande oder von andern Punkten des Spiegels kommen. Man wird also auch in jedem Fall die Gröſse von $m\mu$ finden können. Aber diese Untersuchung läſst sich nicht mehr allgemein für alle Kegelschnitte anstellen. Man muſs sie für jeden besonders führen, weil die Function von v, durch welche die Abweichung §. 39. bestimmt wird, bei den einzelnen Kegelschnitten Veränderungen erleidet, welche auf die Lage der Punkte m und μ wesentlichen Einfluſs haben.

§. 42.

Was sich im Allgemeinen darüber sagen läſst, möchte sich etwa auf folgendes beschränken:

Der Werth von u (§. 39.) ist im Allgemeinen in Ansehung v eine Function vom dritten Grade. Daher muſs es immer drei Werthe von v geben, zu denen ein und derselbe Werth von u gehört, und wir werden sehen, daſs in besondern Fällen alle drei Werthe möglich sind. Dann giebt es also drei Stralen, welche gleiche Abweichung haben, also durch einen und denselben Punkt der Linie MN gehen.

In dem Fall, wenn die Function drei mögliche Werthe hat, giebt es einen dreifachen Wechsel des Positiven und Negativen, zwischen welchen zwei analytische Maxima, ein positives und ein negatives liegen. Hieraus begreift man die Möglichkeit, daſs die gröſsten Abweichungen nicht nothwendig zu den äuſsersten Stralen vom Rande des Spiegels gehören.

Endlich ist es klar, daſs es bei jedem Kegelschnitte gewisse Werthe von a gebe, für welche das Glied, welches v^3 enthält, verschwindet, wodurch die Function wesentlich verändert, und auf den zweiten Grad gebracht wird.

Aus diesem allen ist es einleuchtend, daſs die Bestimmung des Durchmessers $m\mu$ immer nur für einen hinlänglich bestimmten Fall gemacht werden könne, daſs sie aber alsdann keine Schwierigkeit habe. Wir wollen uns daher auch im dritten Abschnitt bloſs auf die Vergleichung der Undeutlichkeit bei einem sphärischen und parabolischen Objectivspiegel beschränken, weil dieses für die Anwendung von Wichtigkeit, und zugleich hinreichend ist, die Methode der Untersuchung sichtbar zu machen.

Dritter Abschnitt.

Vergleichung der Undeutlichkeit bei sphärischen und parabolischen Objectivspiegeln von gleicher Brennweite.

§. 43.

Da wir uns bloſs auf Objectivspiegel einschränken wollen, so dürfen wir $a = \infty$ setzen, wodurch die Formel für die Abweichung (§. 39.) folgende einfache Gestalt erhält:

$$u = \frac{1}{8pp}\left(2c^2v - 3cv^2 + \frac{4p}{h}v^3\right)$$

Für den sphärischen Spiegel ist ferner d = 4p (§. 4.), also

$$u = \frac{1}{8pp}(2c^2v - 3cv^2 + v^3) = \frac{v(v-c)(v-2c)}{8pp}.$$

Für den parabolischen ist d = ∞ (§. 4.), also

$$u = \frac{1}{8pp}(2c^2v - 3cv^2) = \frac{-cv(3v-2c)}{8pp}.$$

§. 44.

Es ist aber von Wichtigkeit, ehe wir in eine bestimmtere Vergleichung beider Spiegel eingehen, eine Betrachtung über den Werth des Buchstaben c und sein Verhältniss gegen den Oeffnungshalbmesser des Spiegels anzustellen.

Wenn der Punkt Q, Figur 3., wie in der vorigen Figur die Stelle bezeichnet, wo der Normalstral auffällt, so ist die Ordinate von Q, wofür wir hier unbedenklich den Bogen AQ selbst nehmen können, die Grösse, die wir c genannt haben. Dagegen ist v die Ordinate des Punktes, wo der Stral auffällt, dessen Abweichung bestimmt werden soll; es ist also eine veränderliche Grösse, welche von Null an positiv und negativ wachsen kann, bis zu der Grösse des Oeffnungshalbmessers AS = AB.

Der Normalstral PQ schneide die Achse in P, so können wir wegen der Kleinheit der zu Q gehörigen Abscisse die Länge AP als die Subnormale betrachten. Diese ist aber (nach §. 7.) bei allen Kegelschnitten $= 2p\left(1 - \frac{2x}{d}\right)$, wofür wir aber wieder wegen der Kleinheit von x bei allen Kegelschnitten 2p annehmen dürfen. Halbirt man also AP in M, so ist AM = p. Errichtet man nun MN winkelrecht, und legt durch sie eine auf der Achse winkelrechte Ebene, so ist diese die Ebene des Bildes für einen unendlich entfernten Gegenstand. Man ziehe CA parallel mit PQ, und AD durch r, wo MN vom Normalstral geschnitten wird, so ist CA der Hauptstral des Lichtcylinders, der sich nach der Zurückstralung in r vereinigen sollte, und aus der leicht erweislichen Gleichheit der Winkel CAP, PAD ist klar, dass AD die Reflexion des Hauptstrals sey. Wir wollen nun annehmen, dass das in der Ebene MN entstehende Bild unmittelbar durch ein dahinter, etwa in E aufgestelltes Ocularglas betrachtet würde, so sieht man leicht, dass das Ocularglas DC bis an die beiden Stralen AC und AD reichen müsste, wo-

fern man denjenigen Punkt des Gegenstandes, von welchem die Stralen CA, PQ kommen, noch am Rande des Gesichtsfeldes mit genügendem Lichte erblicken soll. Die Brennweite des Oculars aber müsste EM seyn. Man setze ferner, daſs das Fernrohr m mal vergröſsern sollte, so müſste EM $= \frac{p}{m}$ seyn, und da der Oeffnungshalbmesser des Oculars schwerlich gröſser als $\frac{1}{5}$ seiner Brennweite seyn darf, so ist ED = EC höchstens $\frac{p}{5m}$. Wegen der Kleinheit der Brennweite ist aber ED nur sehr wenig gröſser als Mr, und so ergiebt sich, daſs Mr höchstens $= \frac{p}{5m}$ seyn könne. Da aber AP = 2AM, so ist auch AQ = 2Mr; aber AQ ist = c, und so ergiebt sich, daſs c höchstens $\frac{2p}{5m}$ betragen könne, für diejenigen Stralen, die vom äuſsersten sichtbaren Punkt des Gegenstandes kommen. Demnach wird sich AQ : AM d. h. c : p höchstens wie $\frac{2}{5m}$: 1 verhalten, so daſs c immer ein desto kleinerer Bruch der Brennweite seyn wird, je gröſser m ist.

Was aber den äuſsersten Werth von v = AB betrifft, so wird es hier, wo es nur auf eine Schätzung ankommt, hinreichend seyn, dieselbe nach einem wirklich ausgeführten vorzüglichen Instrument zu bestimmen. *Herschel* erwähnt (m. s. das astr. Jahrb. für 1817. S. 225.) eines siebenfüſsigen Teleskops als eines sehr vorzüglichen Instruments, indem es Vergröſserungen bis zum 6000fachen vertrage. Die Brennweite desselben war 85,2 Zoll, der Oeffnungshalbmesser 3,1. Es verhielt sich also hier $v : p$ nahe wie 1 : 27, oder es war $v = \frac{p}{27}$.

Also verhielt sich $c : v = \frac{2}{5m} : \frac{1}{27} = \frac{54}{5m} : 1$ fast $= \frac{11}{m} : 1$.

Herschels schwächste Vergröſserung war bei diesem Instrument eine 227fache. Es war also c kaum $\frac{1}{20}$ von dem Oeffnungshalbmesser. Und es ist überhaupt sichtbar, daſs c überall bei starken Vergröſserungen gegen den äuſsersten Werth, den v haben kann, sehr klein seyn werde.

Nach

Nach dieser vorläufigen Betrachtung kommen wir zu der Bestimmung des Zerstreuungskreises bei beiden Spiegeln.

Zerstreuungskreis bei dem sphärischen Spiegel.

§. 45.

Da die Gleichung für die Abweichung (§. 43.)

$$v^3 - 3cv^2 + 2c^2v = 8ppu$$

vom dritten Grade ist, so wird in den Werthen von u ein dreifacher Wechsel der Zeichen statt finden, und zu jedem Werth von u ein dreifacher von v gehören. Für $u = o$ sind diese drei Werthe $v = o$, $v = c$, $v = 2c$. Macht man also (Fig. 3.) QU = QA, so werden die drei aus A, Q und U zurückgeworfenen Stralen ohne Abweichung durch r gehen.

Es hat nun keine Schwierigkeit, die Veränderungen der Abweichung für alle Punkte des Spiegels zu übersehen. Wir wollen dieses von S aus gegen B fortschreitend thun.

Für den Punkt S muſs $v = AS$, und negativ gesetzt werden. Dann ist $u = \frac{-v^3 - 3cv^2 - 2c^2v}{8pp}$. Da also u negativ ist, so geht der von S reflectirte Stral über v durch MN (§. 38.). Wir nehmen an in μ.

Läſst man nun das negative v bis Null abnehmen, so nehmen auch die Abweichungen bis Null ab. Alle von SA kommende Stralen gehen also zwischen μ und r durch.

Von $v = o$ bis $v = c$ gehen nun die Werthe von u ins Positive über, also liegen alle Abweichungen der Stralen, die von AQ kommen, unter r. Aber zwischen diesen beiden Werthen von v muſs ein Maximum der Abweichung liegen. Man findet es bei $v = c\,(1 - \sqrt{\tfrac{1}{3}})$; und wenn dieser Werth in die Gleichung gebracht wird, so findet man die gröſste Abweichung $u = \frac{c^3}{12pp}\sqrt{\frac{1}{3}}$. Macht man demnach $A\alpha = c\,(1 - \sqrt{\tfrac{1}{3}})$, oder

$Q\alpha = c\sqrt{\tfrac{1}{3}}$, und $ra = \frac{c^3}{12pp}\sqrt{\frac{1}{3}}$, so sieht man, daſs alle von A bis α kommende Stralen in dem Raum von r bis a, alle von α bis Q kommende aber umgekehrt von a bis r mit abnehmender Abweichung durchgehen.

Von $v = c$ bis $v = 2c$ müssen die Abweichungen wieder negativ werden, also über r liegen. Die gröſste Abweichung findet sich bei $v = c\,(1 + \sqrt{\tfrac{1}{3}})$,

wozu die Abweichung $u = -\frac{c^3}{12pp}\sqrt{\frac{1}{3}}$ gehört. Macht man also

$A\beta = c(1+\sqrt{\frac{1}{3}})$, oder $Q\beta = c\sqrt{\frac{1}{3}}$, und $rb = \frac{c^3}{12pp}\sqrt{\frac{1}{3}}$, so werden alle von $Q\beta$ kommende Stralen, von r bis b, und alle von βU kommende umgekehrt von b bis r durchgehen.

Wird endlich $v > 2c$, so werden die Abweichungen wieder positiv, und fallen unter r, und wenn wir m für den Punkt nehmen, wo der von B kommende Stral durchgeht, so müssen alle von UB kommende Stralen von r bis m durchgehen.

§. 46.

Wir haben die Punkte m und μ in der Figur ausserhalb des Raums ab gesetzt, und es läſst sich leicht zeigen, daſs die Sache es so fodere. Denn wenn wir v für den Oeffnungshalbmesser nehmen, so sind die Abweichungen für B und S

$$rm = \frac{v^3 - 3cv^2 + 2c^2v}{8pp};\quad r\mu = \frac{-v^3 - 3cv^2 - 2c^2v}{8pp};$$

Beide Werthe sind aber wegen der Kleinheit von c wenig verschieden von $\pm\frac{v^3}{8pp}$. Dagegen war $ra = rb = \frac{c^3}{12pp}\sqrt{\frac{1}{3}}$, welches gegen das vorige offenbar sehr klein ist.

Es ist $m\mu$ der Durchmesser desjenigen Raums, durch welchen alle vom Spiegel reflectirten Stralen gehen müssen. Dieser Raum ist aber die absolute Summe von rm und $m\mu$. Folglich erhalten wir für den Durchmesser des Zerstreuungskreises

$$m\mu = \frac{v^3 + 2c^2v}{4pp};\ \text{oder beinahe} = \frac{v^3}{4pp}.$$

§. 47.

Da indessen das Licht über den Zerstreuungskreis sehr ungleichförmig vertheilt ist, so ist es nicht überflüssig, zu untersuchen, ob sich nicht in dem kleinen Raum ab, (wo durch jeden Punkt drei Stralen gehen, während durch jeden andern Punkt der $m\mu$ nur einer geht,) vielleicht so viel Licht verdichte, daſs alles übrige ausser ab durchgehende dagegen für unbeträchtlich zu achten sey. Diese Betrachtung darf um so weniger vernachlässigt

werden, da sich aus §. 45. ergiebt, daſs durch a b nicht bloſs alles das Licht gehe, was vom Raum des Spiegels $\alpha\beta$ kommt, sondern auch noch ein Theil dessen, was unter α und über β reflectirt wird.

Nehmen wir an, daſs der äuſserste durch a gehende Stral aus β, der äuſserste durch b gehende aus γ komme, so läſst sich der ganze Raum $\beta\gamma$ auf folgende Art bestimmen.

Die beiden gröſsten Abweichungen gehörten zu $v = c\,(1 \mp \sqrt{\tfrac{1}{3}})$; die gröſsten Abweichungen selbst waren $u = \pm \frac{c^3}{12pp} \sqrt{\frac{1}{3}}$. Bringt man diesen Werth von u in die Gleichung $v^3 - 3cv^2 + 2c^2v - 8ppu = 0$, so erhält man $v^3 - 3cv^2 + 2c^2v \mp \frac{2c^3}{3} \sqrt{\frac{1}{3}} = 0$. Aus der Theorie der Gleichungen ist bekannt, daſs in einem Maximum allezeit zwei gleiche Wurzeln vereinigt sind. Daher muſs sich die letzte Gleichung nicht bloſs durch $[v - c\,(1 \mp \sqrt{\tfrac{1}{3}})] = 0$, sondern auch durch $[v - c(1 \mp \sqrt{\tfrac{1}{3}})]^2 = 0$ dividiren lassen. Verrichtet man diese Division wirklich, so erhält man den Quotienten $v - c\,(1 \pm 2\sqrt{\tfrac{1}{3}}) = 0$, also $v = c \pm 2c\sqrt{\tfrac{1}{3}}$. Macht man demnach $A\gamma = c + 2c\sqrt{\tfrac{1}{3}}$, und $A\delta = c - 2c\sqrt{\tfrac{1}{3}}$, oder, was dasselbe ist $Q\gamma = Q\delta = 2c\sqrt{\tfrac{1}{3}}$ (also gerade noch einmal so groſs als $Q\beta$ und $Q\alpha$), so sind γ und δ die Punkte, von welchen die äuſsersten durch a und durch b gehenden Stralen kommen, und $\gamma\delta$ ist $= 4c\sqrt{\tfrac{1}{3}}$, oder nahe 2, 3. c.

Bei starken Vergröſserungen ist dieser Raum gegen die ganze Oeffnung des Spiegels nicht beträchtlich; bei schwachen kann er bedeutend werden. Für den ersten Fall werden wir also $m\mu$, nicht a b für den Durchmesser des Zerstreuungskreises nehmen müssen.

Zerstreuungskreis bei dem parabolischen Spiegel.

§. 48.

Für den parabolischen Spiegel war (§. 43.) die Gleichung für die Abweichung $-3cv^2 + 2c^2u = 8ppu$. Da diese Gleichung nur vom zweiten Grade ist, so ist klar, daſs sich das Licht hier ganz anders auf dem Zerstreuungskreise vertheilt, als bei dem sphärischen Spiegel.

Die Abweichung u ist $= 0$, für $v = 0$ und für $v = \frac{2}{3}c$. Macht man demnach (Fig. 5.) $A\pi = \frac{2}{3}\,AQ = \frac{2}{3}\,c$, so werden sich bloſs die aus A

und π zurückgeworfenen Stralen in r schneiden. Zwischen diesen Gränzen ist u negativ, also liegt die Abweichung aller von $A\pi$ kommenden Stralen unter r; für alle andern Werthe von v ist die Abweichung positiv, und fällt über r.

Verfolgen wir also wieder die Stralen von S gegen B, so geht der von S zurückgeworfene Stral über r durch, und wir nehmen an, dafs es in μ geschehe. Alle übrigen von SA kommenden gehen mit immer kleineren Abweichungen zwischen μ und r durch, bis der von A zurückgeworfene durch r selbst geht. Die zunächst über A auffallenden Stralen gehen unter r durch. Es giebt aber zwischen $v = o$ und $v = \frac{2}{3} c$ eine gröfste Abweichung. Sie gehört zu $v = \frac{1}{3} c$, und ist $u = \frac{c^3}{24pp}$. Setzt man also $A\alpha = \frac{1}{2} A\pi = \frac{1}{3} c$ und $ra = \frac{c^3}{24pp}$, so geht der von α kommende Stral durch a, und ist der äufserste, der unter r durchgehen kann; denn die von $\alpha\pi$ kommenden gehen wieder mit abnehmenden Abweichungen durch π. Alle von πB kommende endlich gehen mit zunehmenden Abweichungen über r durch, bis der von B selbst reflectirte Stral durch einen Punkt geht, der ganz nahe unter μ liegt.

§. 49.

Nehmen wir jetzt wieder v für den Oeffnungshalbmesser, so gehört zu $AB = + v$ die Abweichung $\frac{-cv(3v - 2c)}{8pp}$, und zu $AS = - v$, die Abweichung $r\mu = \frac{-cv(3v + 2c)}{8pp}$. Beide sind wegen der Kleinheit von c wenig verschieden, und kommen dem Werthe $\frac{-3cvv}{8pp}$ sehr nahe. Die gröfste Abweichung unter r aber war $ra = \frac{c^3}{24pp}$.

Der Durchmesser des Zerstreuungskreises ist daher die absolute Summe von $r\mu$ und ra, nämlich $a\mu = \frac{9cv^2 + c^3}{24pp}$, welches wegen der Kleinheit von c nur wenig von $\frac{3cvv}{8pp}$ verschieden ist.

§. 50.

Nennen wir den Durchmesser des Zerstreuungskreises bei dem sphärischen Spiegel s, bei dem parabolischen p, und brauchen die im vorigen und im 45sten §. gefundenen Näherungsausdrücke, so verhält sich

$$s : p = \frac{v^3}{4pp} : \frac{3v^2c}{8pp} = 1 : \frac{3c}{2v},$$

wodurch allerdings der grofse Vorzug des sphärischen vor dem parabolischen Spiegel bei starken Vergröſserungen unzweideutig dargethan ist.

§. 51.

Bei einer früheren Untersuchung dieses Gegenstandes, wovon ein Auszug in dem astr. Jahrb. für 1708 (S. 136. ff.) gedruckt ist, urtheilte der Verfasser, daſs der sphärische Spiegel kleinere Abweichungen habe, als der parabolische. Dieses war unrichtig. Aber der Grund des Irrthums lag nicht in einem Fehler der Rechnung. Denn die dort gegebenen Formeln sind zwar minder bequem und geschmeidig, als die hier entwickelten, aber ihre Richtigkeit würde sich unzweideutig erweisen lassen, wenn sie nicht durch die hier weit vollständiger entwickelte Theorie entbehrlich geworden wären. Das unrichtige Urtheil rührte daher, daſs der Verfasser den Objectivspiegel bloſs für sich, nicht in Verbindung mit Ocularen betrachtete. Daher setzte er den äuſsersten Normalstral an den Rand des Spiegels, wodurch alle Werthe von $v \angle c$, und daher die im vorigen §. gefundene Gröſse $\frac{3c}{2v}$ allerdings gröſser als 1, also die Undeutlichkeit bei dem parabolischen Spiegel gröſser als bei dem sphärischen wird. Wenn die Bilder eines Spiegels nicht durch Oculare betrachtet, sondern auf einer weiſsen Wand aufgefangen werden sollten, dann würde jener Schluſs des Verfassers völlig richtig seyn.

Entwickelung von $x^n + y^n$ in eine Reihe, die nach Potenzen von $(x+y)$ und von xy fortschreitet, und deren Anwendung bei Auflösung der Gleichungen.

(Der Exponent n muſs eine ganze positive Zahl sein, übrigens darf n sowohl gerade als ungerade sein.)

Von Herrn Gruson *).

I. **Lehrsatz.** $x^n + y^n = (x+y)(x^{n-1} + y^{n-1}) - xy(x^{n-2} + y^{n-2})$.

Bew. Was rechter Hand stehet, wirklich entwickelt, giebt das, was linker Hand stehet.

Anwendung.

1) $x^2+y^2=(x+y)^2-2xy$

2) $x^3+y^3=(x+y)[x^2+y^2]-xy[x+y]$
$=(x+y)^3-3xy(x+y)$

3) $x^4+y^4=(x+y)[x^3+y^3]-xy[x^2+y^2]$
$=(x+y)^4-4xy(x+y)^2+2x^2y^2$

4) $x^5+y^5=(x+y)[x^4+y^4]-xy[x^3+y^3]$
$=(x+y)^5-5xy(x+y)^3+5x^2y^2(x+y)$

5) $x^6+y^6=(x+y)[x^5+y^5]-xy[x^4+y^4]$
$=(x+y)^6-6xy(x+y)^4+9x^2y^2(x+y)^2$
$-2x^3y^3$

6) $x^7+y^7=(x+y)[x^6+y^6]-xy[x^5+y^5]$
$=(x+y)^7-7xy(x+y)^5+14x^2y^2(x+y)^3$
$-7x^3y^3(x+y)$

*) Vorgelesen den 28. Aprill 1814.

$$8)\quad x^8 + y^8 = (x+y)[x^7+y^7] - xy[x^6+y^6]$$
$$= (x+y)^8 - 8xy(x+y)^6 + 20x^2y^2(x+y)^4 - 16x^3y^3(x+y)^2 + 2x^4y^4$$

$$9)\quad x^9 + y^9 = (x+y)[x^8+y^8] - xy[x^7+y^7]$$
$$= (x+y)^9 - 9xy(x+y)^7 + 27x^2y^2(x+y)^5 - 30x^3y^3(x+y)^3 + 9x^4y^4(x+y)$$

$$10)\quad x^{10} + y^{10} = (x+y)[x^9+y^9] - xy[x^8+y^8]$$
$$= (x+y)^{10} - 10xy(x+y)^8 + 35x^2y^2(x+y)^6 - 50x^3y^3(x+y)^4 + 25x^4y^4(x+y)^2 - 2x^5y^5$$

$$11)\quad x^{11} + y^{11} = (x+y)[x^{10}+y^{10}] - xy[x^9+y^9]$$
$$= (x+y)^{11} - 11xy(x+y)^9 + 44x^2y^2(x+y)^7 - 77x^3y^3(x+y)^5 + 55x^4y^4(x+y)^3 - 11x^5y^5(x+y)$$

$$12)\quad x^{12} + y^{12} = (x+y)[x^{11}+y^{11}] - xy[x^{10}+y^{10}]$$
$$= (x+y)^{12} - 12xy(x+y)^{10} + 54x^2y^2(x+y)^8 - 112x^3y^3(x+y)^6 + 105x^4y^4(x+y)^4 - 36x^5y^5(x+y)^2 + 2x^6y^6$$

etc.

Diese Entwickelungen berechtigen schon, zu schliessen, dass die allgemeine Form sein wird

$$x^n + y^n = (x+y)^n + A_1 xy(x+y)^{n-2} + A_2 x^2y^2(x+y)^{n-4} + A_3 x^3y^3(x+y)^{n-6} + \ldots + A_r x^ry^r(x+y)^{n-2r} + \ldots$$

also

$$\begin{array}{llllll}
0 = {}^n\mathfrak{A} & x^{n-2} + {}^n\mathfrak{B} & x^{n-3}y + {}^n\mathfrak{C} & x^{n-4}y^2 + {}^n\mathfrak{D} & x^{n-5}y^3 + {}^n\mathfrak{E} & x^{n-6}y^4 + \ldots + {}^n\mathfrak{A}\, y^{n-2} \\
+ A_1(& 1 \quad + {}^{n-2}\mathfrak{A} & + {}^{n-2}\mathfrak{B} & + {}^{n-2}\mathfrak{C} & + {}^{n-2}\mathfrak{D} & + \ldots \\
 & + A_2(& 1 \quad + {}^{n-4}\mathfrak{A} & + {}^{n-4}\mathfrak{B} & + {}^{n-4}\mathfrak{C} & + \ldots \\
 & & + A_3(& 1 \quad + {}^{n-6}\mathfrak{A} & + {}^{n-6}\mathfrak{B} & + \ldots \\
 & & & + A_4(& 1 \quad + {}^{n-8}\mathfrak{A} & + \ldots
\end{array}$$

etc.

Hieraus ergeben sich folgende Gleichungen

$${}^n\mathfrak{A} + A_1 = 0$$
$${}^n\mathfrak{B} + {}^{n-2}\mathfrak{A}.A_1 + A_2 = 0$$
$${}^n\mathfrak{C} + {}^{n-2}\mathfrak{B}.A_1 + {}^{n-4}\mathfrak{A}.A_2 + A_3 = 0$$
$${}^n\mathfrak{D} + {}^{n-2}\mathfrak{C}.A_1 + {}^{n-4}\mathfrak{B}.A_2 + {}^{n-6}\mathfrak{A}.A_3 + A_4 = 0$$
$${}^n\mathfrak{E} + {}^{n-2}\mathfrak{D}.A_1 + {}^{n-4}\mathfrak{C}.A_2 + {}^{n-6}\mathfrak{B}.A_3 + {}^{n-8}\mathfrak{A}.A_4 + A_5 = 0$$
$$\vdots$$
$${}^n\mathfrak{R} + {}^{n-2}\overset{-1}{\mathfrak{R}}.A_1 + {}^{n-4}\overset{-2}{\mathfrak{R}}.A_2 + {}^{n-6}\overset{-3}{\mathfrak{R}}.A_3 + {}^{n-8}\overset{-4}{\mathfrak{R}}.A_4 + {}^{n-10}\overset{-5}{\mathfrak{R}}.A_5 + \ldots + {}^{n-(2r-2)}\mathfrak{A}.A_{r-1} + A_r = 0$$

demnach

$$A_1 = -{}^n\mathfrak{A} = -n$$

$$A_2 = -{}^n\mathfrak{B} - {}^{n-2}\mathfrak{A}.A_1 = n.n-2 - \frac{n.n-1}{1.2}$$

$$= \frac{n.n-3}{1.2}.$$

$$A_3 = -{}^n\mathfrak{C} - {}^{n-2}\mathfrak{B}.A_1 - {}^{n-4}\mathfrak{A}.A_2$$

$$= -\frac{n.n-4.n-5}{1.2.3}.$$

$$A_4 = -{}^n\mathfrak{D} - {}^{n-2}\mathfrak{C}.A_1 - {}^{n-4}\mathfrak{B}.A_2 - {}^{n-6}\mathfrak{A}.A_3$$

$$= \frac{n.n-5.n-6.n-7}{1.2.3.4}.$$

$$A_5 = -{}^n\mathfrak{E} - {}^{n-2}\mathfrak{D}.A_1 - {}^{n-4}\mathfrak{C}.A_2 - {}^{n-6}\mathfrak{B}.A_3 - {}^{n-8}\mathfrak{A}.A_4$$

$$= -\frac{n.n-6.n-7.n-8.n-9}{1.2.3.4.5}.$$

etc.

Das hier wahrzunehmende Gesetz erlaubt uns, anzunehmen, dafs

$$A_r = \pm\frac{n.n-(r+1).n-(r+2).n-(r+3)\ldots n-(2r-1)}{1.2.3.4\ldots\ldots r}.$$

Bewiesen wird dieses Gesetz durch folgende Betrachtung:

Es sei der Kürze wegen $x + y = u$ und $xy = p$.

Nun sei $x^n + y^n = u^n - A_1 p.u^{n-2} + A_2 p^2 u^{n-4} - A_3 p^3.u^{n-6}$
$+ \ldots \pm A_r p^r u^{n-2r} \mp \ldots$

und $x^{n-1} + y^{n-1} = u^{n-1} - B_1 p.u^{n-3} + B_2 p^2 u^{n-5} - B_3 p^3 u^{n-7}$
$+ \ldots \pm B_r p^r.u^{n-(2r+1)} \mp \ldots$

eben so $x^{n-2} + y^{n-2} = u^{n-2} - C_1 p.u^{n-4} + C_2 p^2 u^{n-6} - C_3 p^3 u^{n-8}$
$+ \ldots \pm C_r p^r.u^{n-(2r+2)} \mp \ldots$

Nun mufs nach unserm Lehrsatze I. sein

$$x^n + y^n = u[x^{n-1} + y^{n-1}] - p[x^{n-2} + y^{n-2}]$$

$$= \begin{cases} u^n - B_1 p u^{n-2} + B_2 p^2 u^{n-4} - B^3 p^3 u^{n-6} \\ \qquad + \ldots \pm B_r p^r.u^{n-2r} \mp \\ - p.u^{n-2} + C_1 p^2.u^{n-4} - C_2 p^3 u^{n-6} \\ \qquad + \ldots \pm C_{r-1} p^r.u^{n-2r} \mp \end{cases}$$

Es mufs also seyn

$$A_1 = B_1 + 1$$
$$A_2 = B_2 + C_1$$
$$A_3 = B_3 + C_2$$
$$\vdots$$
$$A_r = B_r + C_{r-1}$$

Nach den Eingangs aus der Rechnung für A_1 bis A_5 gefundenen Formeln folgt, dafs $B_1 = n - 1$

also wirklich $B_1 + 1 = n - 1 + 1 = n = A_1$

Eben so ist $B_2 + C_1 = \frac{n-1 \cdot n-4}{1 \cdot 2} + n - 2$

$$= \frac{n \cdot n-3}{1 \cdot 2} = A_2$$

etc.

Aus der fur A_r geschlossenen Formel folgt, dafs seyn müfste

$$\left.\begin{array}{l} B_r = \frac{n-1 \cdot n-r+2 \cdot n-(r+3) \ldots n-2r}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots r} \\ \text{und } C_{r-1} = \frac{n-2 \cdot n-(r+3) \cdot n-(r+4) \ldots n-(2r+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots r-1} \end{array}\right\}$$

Mithin $B_r + C_{r-1} = \frac{n \cdot n-(r+1) \cdot n-(r+2) \ldots n-(2r-1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots r} = A_r$

Es ist folglich

$$x^n + y^n = (x+y)^n - \frac{n}{1} xy(x+y)^{n-2} + \frac{n \cdot n-3}{1 \cdot 2} x^2 y^2 (x+y)^{n-4}$$
$$- \frac{n \cdot n-4 \cdot n-5}{1 \cdot 2 \cdot 3} x^3 y^3 (x+y)^{n-6}$$
$$+ \ldots \pm \frac{n \cdot n-(r+1) \cdot n-(r+2) \ldots [n-(2r-1)]}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots r} x^r y^r (x+y)^{n-2r} \mp \text{etc. (II.)}$$

Eine Anwendung von dieser Formel sey das folgende:

In dieser Formel (II.) setze man

$x = \frac{u}{a}$, $y = \frac{a}{u}$ diese geben $xy = 1$, $x + y = \frac{u}{a} + \frac{a}{u}$ und dieses sey $= v$;

so wird die Formel (II.) folgende

$$\frac{u^n}{a^n} + \frac{a^n}{u^n} = v^n - \frac{n}{1} v^{n-2} + \frac{n.n-3}{1.2} v^{n-4} - \frac{n}{1}.\frac{n-4}{2}.\frac{n-5}{3} v^{n-6}$$

$$+ \ldots \pm \frac{n}{1}.\frac{n-(r+1)}{2}.\frac{n-(r+2)}{3} \ldots \frac{n-(2r-1)}{r}.v^{n-2r} \mp \ldots \text{(III.)}$$

Nehmen wir von der reciproquen Gleichung die allgemeinste Form
$u^m + pau^{m-1} + qa^2u^{m-2} + \ldots + qa^{m-2}u^2 + pa^{m-1}u + a^m = o,$
oder, welches einerlei ist
$u^m + a^m + pau(u^{m-2} + a^{m-2}) + qa^2u^2(u^{m-4} + a^{m-4}) + \ldots = o:$
Diese Gleichung ist, so oft m ungrade ist, durch $u + a$ theilbar; und da der Quotient eine reciproque Gleichung vom ungeraden Grade ist, so folgt daraus, dafs die Auflösung der Gleichungen von diesem Geschlechte auf die Auflösung der reciproquen Gleichungen vom graden Grade zurückgeführt ist, die alle durch folgende Formel vorgestellt werden.
$u^{2c} + a^{2c} + pau(u^{2c-2} + a^{2c-2}) + qa^2u^2(u^{2c-4} + a^{2c-4}) + \ldots = o:$
Die Auflösung von dieser wird auf die Auflösung von der vom cten Grade gebracht, wenn man sie mit $a^c u^c$ dividirt, dieses giebt

$$\left(\frac{u^c}{a^c} + \frac{a^c}{u^c}\right) + p\left(\frac{u^{c-1}}{a^{c-1}} + \frac{a^{c-1}}{u^{c-1}}\right) + q\left(\frac{u^{c-2}}{a^{c-2}} + \frac{a^{c-2}}{u^{c-2}}\right) + \text{etc.} = o,$$

setzt man nun für $\frac{u^c}{a^c} + \frac{a^c}{u^c}$ und den andern in den Klammern enthaltenen Gröfsen, die Werthe, die man findet, wenn man in der Gleichung III. nach und nach $n = c$, $n = c - 1$, $n = c - 2$ etc. setzt.

Die Gleichung in v, die aus diesen Substitutionen entstehet, wird vom $\frac{m}{2}$ten oder $\frac{m-1}{2}$ten Grade seyn, je nachdem m grade oder ungrade seyn wird; so wie man aber die c Werthe von v hat, so findet man auch die 2c Werthe von u durch die Gleichung

$$\frac{u}{a} + \frac{a}{u} = v, \text{ oder } u^2 - avu + a^2 = o,$$

und hat überdem $u = -a$ im Fall m ungrade ist.

Wäre nun die gegebene Gleichung
$u^7 + pau^6 + qa^2u^5 + sa^3u^4 + sa^4u^3 + qa^5u^2 + pa^6u + a^7 = o,$
d. h., $(u^7 + a^7) + pau(u^5 + a^5) + qa^2u^2(u^3 + a^3) + sa^3u^3(u + a) = o;$

so wird der durch die Division durch $u+a$ entstehende Quotient seyn,

$$(u^6+a^6)+(p-1)au(u^4+a^4)+(1-p+q)a^2u^2(u^2+a^2)+(s-q+p-1)a^3u^3=0.$$

Wird diese Gleichung mit a^3u^3 dividirt, so ergiebt sich

$$\left(\frac{u^3}{a^3}+\frac{a^3}{u^3}\right)+(p-1)\left(\frac{u^2}{a^2}+\frac{a^2}{u^2}\right)+(1-p+q)\left(\frac{u}{a}+\frac{a}{u}\right)+s-q+p-1=0.$$

Da nun nach der Gleichung (II.)

$$\frac{u^3}{a^3}+\frac{a^3}{u^3}=v^3-3v;\ \frac{u^2}{a^2}+\frac{a^2}{u^2}=v^2-2;\ \frac{u}{a}+\frac{a}{u}=v,$$

so wird die vorherrschende Gleichung in folgende übergehen

$$v^3+(p-1)v^2+(q-p-2)v+(s-q-p+1)=0.$$

Diese Gleichung wird drei Werthe von v geben, und die letzte von den drei vorherrschenden in u, die sich verwandelt in

$$u^2-avu+a^2=0$$

wird für jeden der drei Wurzeln von v zwei Werthe geben, welches die sämmtlichen 6 Wurzeln der gegebenen Gleichung sind.

Neuer analytischer Lehrsatz.

Von Herrn GRUSON *).

Bei meinen arithmetischen und analytischen Untersuchungen kam ich darauf, den hier folgenden Lehrsatz, der mir neu und merkwürdig genug schien, vorzutragen.

Lehrsatz:

Wenn n Null oder eine ganze positive Zahl bedeutet, so ist das Product aus den folgenden n Factoren

$$(x+z)(x+az)(x+a^2z)(x+a^3z)\ldots(x+a^{n-1}z)$$

$$= x^n + \frac{a^n-1}{a-1}.x^{n-1}z + \frac{a^n-1}{a-1}.\frac{a^n-a}{a^2-1}x^{n-2}z^2$$

$$+ \frac{a^n-1}{a-1}.\frac{a^n-a}{a^2-1}.\frac{a^n-a^2}{a^3-1}.x^{n-3}z^3$$

$$+ \ldots + \frac{a^n-1}{a-1}.\frac{a^n-a}{a^2-1}\ldots\frac{a^n-a^{r-1}}{a^r-1}x^{n-r}z^r + \ldots + a^{\frac{n.n-1}{2}}z^n.$$

Beweis. 1) $(x+z)(x+az) = x^2 + (a+1)xz + az^2 = x^2$

$$+ \frac{a^2-1}{a-1}xz + \frac{a^2-1}{a-1}.\frac{a^2-a}{a^2-1}.z^2.$$

2) $(x+z)(x+az)(x+a^2z) = x^3 + (a^2+a+1)x^2z$

$$+ (a^3+a^2+a)xz^2 + a^3z^3$$

$$= x^3 + \frac{a^3-1}{a-1}x^2z + \frac{a^3-1}{a-1}.\frac{a^3-a}{a^2-1}xz^2$$

$$+ \frac{a^3-1}{a-1}.\frac{a^3-a}{a^2-1}.\frac{a^3-a^2}{a^3-1}.z^3.$$

*) Vorgelesen den 10. November 1814.

Das hier bemerkte Gesetz allgemein ausgedrückt, giebt nun für n Factoren

$$(x+z)(x+az)(x+a^2z)(x+a^3z)\ldots(x+a^{n-1}z)$$

$$= x^n + \frac{a^n-1}{a-1}x^{n-1}z + \frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1}x^{n-2}z^2$$

$$+ \frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1}\cdot\frac{a^n-a^2}{a^3-1}x^{n-3}z^3$$

$$+ \ldots + \frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1}\ldots\frac{a^n-a^{r-1}}{a^r-1}x^{n-r}z^r + \ldots + a^{\frac{n.n-1}{2}}z^n. \quad (\mathfrak{A})$$

Die Richtigkeit der aus Induction geschlossenen Gesetze wird außer allen Zweifel gesetzt, wenn wir jene Reihe ($\mathfrak{A}$), die aus n Factoren entstanden seyn soll, noch mit $x + a^n z$ multipliciren, denn alsdann ergiebt sich ein solches Produkt aus $(n+1)$ solchen Factoren. — Wir erhalten durch diese verlangte Multiplication

$$(x+z)(x+az)(x+a^2z)(x+a^3z)\ldots(x+a^{n-1}z)(x+a^nz)$$

$$= x^{n+1} + \left(\frac{a^n-1}{a-1}+a^n\right)x^n z + \left(\frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1} + a^n\cdot\frac{a^n-1}{a-1}\right)x^{n-1}z^2$$

$$+ \left(\frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1}\cdot\frac{a^n-a^2}{a^3-1} + a^n\cdot\frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1}\right)x^{n-2}z^3 + \ldots$$

$$+ \left(\frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1}\ldots\frac{a^n-a^{r-2}}{a^{r-1}-1}\cdot\frac{a^n-a^{r-1}}{a^r-1} + a^n\frac{a^n-1}{a-1}\ldots\frac{a^n-a^{r-2}}{a^{r-1}-1}\right)x^{n-r+1}z^r + \ldots$$

$$= x^{n+1} + \frac{a^{n+1}-1}{a-1}x^n z + \frac{a^{n+1}-1}{a-1}\cdot\frac{a^{n+1}-a}{a^2-1}x^{n-1}z^2$$

$$+ \frac{a^{n+1}-1}{a-1}\cdot\frac{a^{n+1}-a}{a^2-1}\cdot\frac{a^{n+1}-a^2}{a^3-1}x^{n-2}z^3 + \ldots$$

$$+ \frac{a^{n+1}-1}{a-1}\cdot\frac{a^{n+1}-a}{a^2-1}\ldots\frac{a^{n+1}-a^{r-1}}{a^r-1}x^{n-r+1}z^r + \ldots$$

Ist also die Reihe für n Factoren richtig, so ist sie es auch für $(n+1)$ Factoren. — Nun ist sie gewiſs richtig für $n = 2 : n = 3$, folglich ist sie auch richtig für $3+1 = 4$, und für $4+1 = 5$ etc.

NB. Im Producte ist der Coefficient von x^{n+1-r} gleich

$$\frac{a^n-1}{a-1}\cdot\frac{a^n-a}{a^2-1}\ldots\frac{a^n-a^{r-2}}{a^{n-1}-1}\left(\frac{a^n-a^{r-1}}{a^r-1}+a^n\right)$$

$$= \frac{a^n-1}{a-1}\ldots\frac{a^n-a^{r-2}}{a^{r-1}-1}\cdot a^{r-1}\cdot\frac{a^{n+1}-1}{a^r-1}.$$

Vertheilt man nun die $(r-1)$ a en auf die $(r-1)$ Factoren, die zur Linken von a^{r-1} stehen, und schreibt den Zähler $a^{n+1}-1$ voran, so erhält man $\frac{a^{n+1}-1}{a-1} \cdot \frac{a^{n+1}-a}{a^2-1} \cdots \frac{a^{n+1}-a^{r-1}}{a^r-1}$. Wird in der Reihe des Lehrsatzes $r=n$ gesetzt, so erhalten wir

$$\frac{a^n-1}{a-1} \cdot \frac{a^n-a}{a^2-1} \cdots \frac{a^n-a^{n-2}}{a^{n-1}-1} \cdot \frac{a^n-a^{n-1}}{a^n-1} \cdot z^n$$

$$= \frac{a^n-1}{a-1} \cdot a \cdot \frac{a^{n-1}-1}{a^2-1} \cdot a^2 \cdot \frac{a^{n-2}-1}{a^3-1} \cdot \cdot a^{n-2} \cdot \frac{a^2-1}{a^{n-1}-1} \cdot a^{n-1} \cdot \frac{a-1}{a^n-1} \cdot z^n$$

Zähler und Nenner heben sich und es bleibt

$$a \cdot a^2 \cdot a^3 \ldots a^{n-1} z^n = a^{\frac{n.n-1}{2}} \cdot z^n.$$

Zweiter Beweis dieses Lehrsatzes.

Es sey $(x+z)(x+az)(x+a^2z)\ldots(x+a^{n-1}z) = x^n + A_1 x^{n-1} z + A_2 x^{n-2} z^2 + \ldots + A_n z^n = Y.$

Man setze az statt z, so erhält man

$$(x+az)(x+a^2z)(x+a^3z)\ldots(x+a^n z) = x^n + A_1 a x^{n-1} z + A_2 a^2 x^{n-2} z^2 + \ldots + A_r a^r . x^{n-r} z^r + \ldots + A_n a^n z^n = \frac{Y}{x+z} . (x+a^n z) = P.$$

Man setze

$$\frac{Y}{x+z} = x^{n-1} + B_1 x^{n-2} z + B_2 x^{n-3} z^2 + \ldots + B_r x^{n-(r+1)} z^r + \ldots$$

so ist $Y = x^n + \left.\begin{matrix} B_1 \\ +1 \end{matrix}\right| x^{n-1} z + \left.\begin{matrix} B_2 \\ +B_1 \end{matrix}\right| x^{n-2} z^2 + \ldots + \left.\begin{matrix} B_r \\ +B_{r-1} \end{matrix}\right| x^{n-r} z^r + \ldots$

Diese letztere Reihe mit der obenstehenden für Y verglichen, giebt ganz allgemein

I) $A_r = B_r + B_{r-1}$

Ferner ist

$$(x+a^n z) \frac{Y}{x+z} = x^n + \left.\begin{matrix} B_1 \\ +a^n \end{matrix}\right| x^{n-1} + \left.\begin{matrix} B_2 \\ +a^n B_1 \end{matrix}\right| x^{n-2} z^2 + \ldots + \left.\begin{matrix} B_r \\ +a^n B_{r-1} \end{matrix}\right| x^{n-r} z^r + \ldots$$

Diese mit der Reihe P verglichen, giebt ganz allgemein

II) $A_r . a^r = B_r + a^n . B_{r-1}$

Aus I. und II. ergiebt sich

III) $B_r = \frac{a^n - a^r}{a^r - 1} . B_{r-1}$

Aus I. und III. findet sich

$$\text{IV)}\quad A_r = \frac{a^n - 1}{a^r - 1} \cdot B_{r-1}$$

Aus den allgemeinen Formeln III. und IV. lassen sich nun alle besondere Coefficienten bequem finden.

In der Formel III. r nach und nach = 1, 2, 3 etc. gesetzt, giebt die folgenden Resultate:

$$r = 1 \text{ giebt } B_1 = \frac{a^n - a}{a - 1}$$

$$r = 2 \quad - \quad B_2 = \frac{a^n - a^2}{a^2 - 1} \cdot B_1 = \frac{a^n - a}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a^2}{a^2 - 1}.$$

$$r = 3 \quad - \quad B_3 = \frac{a^n - a^3}{a^3 - 1} \cdot B_2 = \frac{a^n - a}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a^2}{a^2 - 1} \cdot \frac{a^n - a^3}{a^3 - 1}$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

$$\text{allgemein } B_r = \frac{a^n - a}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a^2}{a^2 - 1} \cdots \frac{a^n - a^{r-1}}{a^{r-1} - 1} \cdot \frac{a^n - a^r}{a^r - 1}$$

Hieraus ergiebt sich aus der Formel IV.

$$A_1 = \frac{a^n - 1}{a - 1}$$

$$A_2 = \frac{a^n - 1}{a^2 - 1} \cdot B_1 = \frac{a^n - 1}{a^2 - 1} \cdot \frac{a^n - a}{a - 1} = \frac{a^n - 1}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a}{a^2 - 1}$$

$$A_3 = \frac{a^n - 1}{a^3 - 1} \cdot B_2 = \frac{a^n - 1}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a}{a^2 - 1} \cdot \frac{a^n - a^2}{a^3 - 1}.$$

$$\vdots$$

$$A_r = \frac{a^n - 1}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a}{a^2 - 1} \cdot \frac{a^n - a^2}{a^3 - 1} \cdots \frac{a^n - a^{r-1}}{a^r - 1}.$$

Die wirkliche Entwickelung der Coefficienten erleichtert die combinatorische Analysis, denn hier muſs seyn:

$$(x + z)(x + az)(x + a^2z) \ldots (x + a^{n-1}z) = x^n + A'.x^{n-1}z + B'.x^{n-2}z^2 + C'.x^{n-3}z^3 + \ldots + N'z^n$$

Daher $A' = \dfrac{a^n - 1}{a - 1}$

$$B' = \frac{a^n - 1}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a}{a^2 - 1}$$

$$C' = \frac{a^n - 1}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a}{a^2 - 1} \cdot \frac{a^n - a^2}{a^3 - 1}$$

$$\vdots$$

$$R' = \frac{a^n - 1}{a - 1} \cdot \frac{a^n - a}{a^2 - 1} \dots \frac{a^n - a^{r-1}}{a^r - 1}$$

$$(a^0,\ a^1,\ a^2,\ a^3,\ \dots\ a^{n-1})$$

Hiernach ist

1) $(x+z)(x+az)(x+a^2z)(x+a^3z) = x^4 + A'x^3z + B'x^2z^2 + C'xz^3 + D'z^4$

$$(a^0,\ a^1,\ a^2,\ a^3)$$

$$= x^4 + \begin{array}{l|l|l|l} 1 & x^3z + a & x^2z^2 + a^3 & xz^3 + a^6z^4 \\ +a & \quad + a^2 & \quad + a^4 & \\ +a^2 & \quad + 2a^3 & \quad + a^5 & \\ +a^3 & \quad + a^4 & \quad + a^6 & \\ & \quad + a^5 & & \end{array}$$

2) $(x+z)(x+az)(x+a^2z)(x+a^3z)(x+a^4z) = x^5$

$$+ A'x^4z + B'x^3z^2 + C'x^2z^3 + D'xz^4 + E'z^5.$$

$$(a^0,\ a^1,\ a^2,\ a^3,\ a^4)$$

$$= x^5 + \begin{array}{l|l|l|l|l} 1 & x^4z + a & x^3z^2 + a^3 & x^2z^3 + a^6 & xz^4 + a^{10}z^5 \\ +a & \quad + a^2 & \quad + a^4 & \quad + a^7 & \\ +a^2 & \quad + 2a^3 & \quad + 2a^5 & \quad + a^8 & \\ +a^3 & \quad + 2a^4 & \quad + 2a^6 & \quad + a^9 & \\ +a^4 & \quad + 2a^5 & \quad + 2a^7 & \quad + a^{10} & \\ & \quad + a^6 & \quad + a^8 & & \\ & \quad + a^7 & \quad + a^9 & & \end{array}$$

3) $(x+z)(x+az)(x+a^2z)(x+a^3z)(x+a^4z)(x+a^5z) = x^6$

$$+ A'x^5z + B'x^4z^2 + C'x^3z^3 + D'x^2z^4 + E'xz^5 + F'z^6.$$

$$(a^0,\ a^1,\ a^2,\ a^3,\ a^4,\ a^5)$$

$$= x^6 + \begin{array}{l|l|l|l|l|l} 1 & x^5z + a & x^4z^2 + a^3 & x^3z^3 + a^6 & x^2z^4 + a^{10} & xz^5 + a^{15}z^6 \\ +a & \quad + a^2 & \quad + a^4 & \quad + a^7 & \quad + a^{11} & \\ +a^2 & \quad + 2a^3 & \quad + 2a^5 & \quad + 2a^8 & \quad + a^{12} & \\ +a^3 & \quad + 2a^4 & \quad + 3a^6 & \quad + 2a^9 & \quad + a^{13} & \\ +a^4 & \quad + 3a^5 & \quad + 3a^7 & \quad + 3a^{10} & \quad + a^{14} & \\ +a^5 & \quad + 2a^6 & \quad + 3a^8 & \quad + 2a^{11} & \quad + a^{15} & \\ & \quad + 2a^7 & \quad + 3a^9 & \quad + 2a^{12} & & \\ & \quad + a^8 & \quad + 2a^{10} & \quad + a^{13} & & \\ & \quad + a^9 & \quad + a^{11} & \quad + a^{14} & & \\ & & \quad + a^{12} & & & \end{array}$$

Ob

Ob alle Fälle richtig aufgezählt sind, prüft man nach folgenden Formeln:

$$n\int_{(n)} A' = n;\quad n\int_{(n)} B' = \frac{n.n-1}{1.2};\quad n\int_{(n)} C = \frac{n.n-1.n-2}{1.2.3}; \dots$$

$$n\int_{(n)} M' = \frac{n.n-1.n-2\dots(n-m+1)}{1.2.3\dots m} = \frac{n^{m|-1}}{1^{m|1}}.$$

Diese Formeln sind zugleich die **Grenzwerthe** der Coefficienten, d. h. die Werthe dieser Coefficienten für $a = 1$, und diese Grenzwerthe sind die bekannten Binomial-Coefficienten.

Also $6\int_{(6)} A' = 6$; | $6\int_{(6)} C' = 20$; | $6\int_{(6)} E' = 6$;

$6\int_{(6)} B' = 15$; | $6\int_{(6)} D' = 15$; | $6\int_{(6)} F' = 1$.

Vereinfachung und Erweiterung der Euklidischen Geometrie.

Von Herrn Gruson *).

Die Euklidische Geometrie hat in einem Zeitraum von mehr als 2000 Jahren, d. h. seit Euklides, keiner wesentlichen Fortschritte sich zu rühmen. Ich wage daher wohl viel, wenn ich der gelehrten Welt meine Forschungen in diesem Gebiet vorlege. Ich habe in der That Jahre lang gekämpft, denn mehrere von den Sätzen, die ich hier mittheile, hatte ich schon um 1787 entdeckt, und sie auch seit der Zeit mehreren meiner Freunden, Bekannten und Zuhörern mitgetheilt, deren Beifall für mich sehr ermunternd war. Man erwarte in dieser Abhandlung nicht die Sätze so geordnet, wie es in einem Lehrbuche sein müſste; es war hier nur mein Zweck, keinen Satz aufzustellen, der nicht aus dem vorhergegangenen strenge bewiesen werden konnte, und besonders, zu zeigen, mit welcher Leichtigkeit die aufgestellten Hauptlehrsätze Gelegenheit geben, neue geometrische Sätze zu entdecken. — Belohnt werde ich mich halten, wenn competente Richter mich ihres Beifalls würdigen, und wenn dieser Versuch geübteren Mathematikern Veranlassung geben sollte, meinem angefangenen Werke den Stempel der Vollkommenheit zu geben.

Aus meiner Abhandlung selbst wird übrigens hervorgehen, daſs ich die geometrischen Lehrsätze und Aufgaben rein geometrisch, ohne Einmischung arithmetischer Lehren, wie z. B. die von Verhältnissen und Proportionen, zu beweisen suche, wie es die Würde einer eigenthümlichen Wissenschaft verlangt, und eben hierin bin ich viel weiter gegangen als Euklides

*) Vorgelesen den 15. Juni 1815.

selbst. — Der entgegengesetzte Weg, den die neuen Geometer gehen, kann zwar zu nützlichen Resultaten führen, steht aber in Absicht der Methode in jedem Betracht dem von mir eingeschlagenen Wege sehr nach.

§. 1.

Erkl. Ein beliebiges schiefwinkliges Parallelogramm, dessen Seiten a, b, soll durch a . b angedeutet werden,

Wäre das Parallelogramm rechtwinklig, so würde a . b ein Rectangel aus den Linien a und b vorstellen.

Eine Gleichung wie: a . b = c . d bedeutet also im allgemeinen, daſs die aus den Linien a, b und c, d unter gleichem Winkel gebildeten Parallelogramme einander gleich sein sollen.

Wäre der von a, b und von c, d eingeschlossene Winkel ein rechter, so würde man lesen: Das Rectangel aus a, b ist gleich dem Rect. aus c, d.

Es bedeutet also a . a entweder ein Rhombus oder ein Quadrat, dessen Seite a, je nachdem der Winkel ein schiefer oder ein rechter ist. Im letztern Falle ist es erlaubt, a . a = a² zu setzen. In keinem Falle ist es hier ohne ausdrückliche Erinnerung erlaubt, jene gewählte Bezeichnung als Producte zu lesen, oder ihr einen arithmetischen Sinn zu geben.

§. 2.

Lehrs. Gleichwinklige Prllgrm., deren Seiten einzeln genommen einander gleich sind, decken sich.

§. 3.

Lehrs. Gleiche und gleichwinklige Prllgrm., die eine gleiche Seite haben, decken sich, oder ihre andern Seiten sind auch gleich.

§. 4.

Lehrs. Gleichwinklige Prllgrm. mit einer gleichen Seite, haben zusammen genommen gleichen Inhalt mit einem ihnen gleichwinkligen Prllgrm. von eben der Seite, dessen Grundlinie allen ihren Grundlinien zusammen genommen gleich ist.

Also auch

Rectangel von gleicher Höhe haben zusammen genommen gleichen Inhalt mit einem Rect. von derselben Höhe, des-

sen Grundlinie allen ihren Grundlinien zusammen genommen gleich ist.

D. h. Wenn a die gleiche Seite, und b, c, d, e ... die Grundlinien der gleichwinkligen Prllgr. sind, so ist

$$a.b + a.c + a.d + a.e + \ldots = a.[b + c + d + e + \ldots]$$

auch ist umgekehrt

$$a.[b + c + d + e + \ldots] = a.b + a.c + a.d + a.e + \ldots$$

D. h. das Parallelogramm aus zwei graden Linien, wo die eine aus mehrern Abschnitten bestehet, hat gleichen Inhalt mit allen den ihm gleichw. Prllgrm. zusammengenommen, welche aus der ungetheilten graden Linie und jedem der Abschnitte der andern beschrieben sind.

§. 5.

Zus. 1. Der Unterschied zweier gleichw. Prllgrm., die eine gleiche Seite haben, ist einem gleichw. Prllgrm. von derselben Seite gleich, dessen Grundl. dem Unterschiede ihrer Grundl. gleich ist.

d. h.: $a.b - a.c = a.[b - c]$

und umgekehrt: $a.[b - c] = a.b - a.c.$

§. 6.

Zus. 2. Das Prllgr. aus zwei geraden Linien, die beide aus mehrern Abschnitten bestehen, hat gleichen Inhalt mit allen den ihm gleichw. Prllgrm. zusammen genommen, welche aus je zwei Abschnitten der einen und der andern beschrieben sind.

Wenn $A = a + b + c + d + \ldots$

und $B = \alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots$

so wäre

$$A.B = [a + b + c + d + \ldots].B = a.B + b.B + c.B + d.B + \ldots \quad (§. 4.)$$

$$= \left.\begin{matrix} a.[\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots] \\ + b.[\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots] \\ + c.[\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots] \\ + d.[\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots] \\ \text{etc.} \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} a.\alpha + a.\beta + a.\gamma + a.\delta + \ldots \\ + b.\alpha + b.\beta + b.\gamma + b.\delta + \ldots \\ + c.\alpha + c.\beta + c.\gamma + c.\delta + \ldots \\ + d.\alpha + d.\beta + d.\gamma + d.\delta + \ldots \\ \text{etc.} \end{matrix}\right.$$

§. 7.

Lehrsatz. Die Differenz zweier Quadrate ist gleich einem Rectangel aus der Summe und Differenz der Seiten dieser Quadrate.

Es seien a und b die Seiten zweier Quadrate, so soll sein

$$a^2 - b^2 = (a+b).(a-b)$$

Bew. $a^2 - b^2 = a.a - a.b + a.b - b.b$
$= a.(a-b) + b.(a-b)$ } §. 4 und 5.
$= (a+b).(a-b)$.

§. 8.

Lehrsatz. Das Rectangel aus der Summe und der Differenz zweier Linien ist gleich der Differenz der Quadrate aus diesen Linien.

D. h. Wenn a und b diese Linien, so soll sein

$$(a+b).(a-b) = a^2 - b^2$$

Bew. $(a+b).(a-b) = a.(a-b) + b.(a-b)$
$= a.a - a.b + a.b - b.b$ } §. 4 und 5.
$= a^2 - b^2$

§. 9.

Neuer allgemeiner Haupt-Lehrsatz. In zwei rechtwinkligen und gleichwinkligen Triangeln sind die Rectangel aus je zwei nicht homologen Seiten, die aber zu gleichem Winkel gehören, einander gleich. (Fig. 1.)

Wenn A, B, C die Seiten des einen rechtw. Triangels, und a, b, c die homologen Seiten des andern rechtw. Triangels, so soll sein 1) $A.b = a.B$; 2) $A.c = a.C$; 3) $B.c = b.C$.

Bew. I. (Fig. 2.) Die rechtwinkligen Triangel ABC, abc seien gleichwinklig. Man bringe den kleinen △ abc mit dem Winkel a über den grofsen △, so dafs a auf A, ab längs AB und ac längs AC fällt, und zeichne die Rect. AB.BC = ▭BD; AB.bc = ▭AG; und ab.BC = ▭AE, so ist ▭AG = ▭AE (Eukl. 1 B. 43 S.)

oder AB.bc = ab.BC.

D. h. die Rectangel aus zwei nicht homologen Catheten sind einander gleich.

Bew. II. (Fig. 3.) Man bringe ferner den kleinen Triangel so über den grofsen, dafs zwar der Winkel a den Winkel A deckt, allein die Cathete ab falle längs AC und ac längs AB. Man zeichne die Rectangel AB.ac = ▭ AE; und ab. AC = ▭ AG. Ziehe CD und cF,

so ist ∠ CAD = ∠ cAF
AC = AF
AD = ac
daher, △ CAD ≅ △ cAF (Eukl. 1 B. 4 S.)
aber △ CAD = $\frac{1}{2}$ ▭ AE
und △ cAF = $\frac{1}{2}$ ▭ AG

Folglich ▭ AE = ▭ AG
oder AB. ac = ab. AC.

Eben so wird bewiesen, dafs AC . bc = ac . BC. Man darf nemlich den △ abc mit c über C bringen, so dafs ca längs CB fällt.

D. h, die Rectangel aus zwei homologen Catheten und den Hypotenusen sind einander gleich.

§. 10.

Anmerk. Dafs AC . bc = ac . BC, kann auch auf folgende Art bewiesen werden. (Fig 4.) Man zeichne das ▭ AE = ac . BC und das ▭ AF = AC.bc. Verlängere DC und cF, bis sich beide in G schneiden, so ist

das ▭ AF = Prllgr. AG
und das ▭ AE = Prllgr. AG

Folglich ▭ AF = ▭ AE
oder AC.bc = ac.BC

Oder auch so. Ziehe cC, so ist der △ AcC sowohl vom ▭ AF, als auch vom ▭ AE die Hälfte, folglich sind gedachte Rect. einander gleich.

§. 11.

Neuer Lehrs. In zwei gleichwinkligen Triangeln sind die gleichwinkligen Parallelogramme aus je zwei nicht homologen Seiten, die aber zu gleichen Winkeln gehören, einander gleich. (Fig. 5)

Bew. Es seien ABC und abc die gleichw. Tr., und der kleine Tr. werde wieder wie in Fig. 4. über den grofsen Tr. gelegt.

Nun bilde man das Prllgr. BD = AB.BC; das Prllgr. bD = ab.BC; das Prllgr. AE = AB.bc; das Prllgr. cG = ac.BC; das Prllgr. AF = AC.bc,

so ist 1) Prllgr. bD = Prllgr. AE oder ab.BC = AB.bc

2) Prllgr. AF = Prllgr. cG oder AC.bc = ac.BC

3) Prllgr. AH = Prllgr. Bc oder Ac.ab = ac.AB

weil Prllgr. AH = Prllgr. bD und auch Prllgr. AE = Prllgr. Bc

da nun Prllgr. bd = Prllgr. AE, so ist auch Prllgr. AH = Prllgr. Bc.

§. 12.

Lehrs. Wenn in zwei Tr. ABC, abc der W. A = W. a und Ab.ac = ab.AC, so sind gedachte Tr. gleichwinklig. (Fig. 6.)

Bew. Man nehme Ab′ = ab, und ziehe b′c′ parallel mit BC, so ist nach §. 11. AB.Ac′ = Ab′.AC; da nun Ab′.AC = AB.ac sein soll (Hyp. und Ab′ = ab), so muſs auch AB.Ac′ = AB.ac sein, folglich Ac′ = ac (§. 3.); demnach der △ Ab′c′ ≌ △ abc; und folglich auch △ abc gleichw. mit dem △ ABC.

§. 13.

Erkl. Wenn man von einem Punct auf eine grade Linie oder auf eine Ebene einen Perpendikel fallen läſst, so ist der Punct, in welchem der Perpendikel die Linie oder Ebene trifft, die Projection dieses Puncts auf jene Linie oder Ebene. Die Projection einer graden Linie auf eine grade Linie oder Ebene ist wieder eine grade Linie, die zwischen den Projectionen ihrer Endpuncte liegt. In zusammengesetzten Fällen dürfte es nützlich sein, durch eine gute Bezeichnung die Projection von einer Linie auf einer andern verständlich darzustellen. So wollen wir durch b_a die Projection der Linie b auf die Linie a, und eben so durch a_b die Projection der Linie a auf b darstellen.

Für den mit der Trigonometrie Vertrauten wollen wir noch bemerken, daſs, wenn der durch a und b gebildete Winkel durch ∠ (a, b) angegeben wird, alsdann $a_b = a \, . \, \text{Cos.} \, (a, b)$ und $b_a = b \, . \, \text{Cos.} \, (a, b)$, wodurch die strengen rein geometrisch erwiesenen Resultate sofort in die trigonometrische Sprache übertragen werden. Folgende Sätze über die orthographische Projection, die ich hier nur anführe, werden uns in der Folge nützlich sein.

§. 14.

1) Eine gerade Linie, die in der Richtung der Entwerfungslinie liegt, erscheint in der Projection wie ein Punct.

2) Eine grade Linie, die parallel mit der Entwerfungsebene ist, wird durch eine ihr gleiche abgebildet.

3) In jeder geschlossenen gradlinigen Figur ist jede Seite gleich der algebraischen Summe der Projectionen aller übrigen Seiten auf sie.

4) Die Projection vom ganzen Umfange einer geschlossenen Figur auf eine beliebige gegebene grade Linie ist immer Null.

5) In einem rechtw. Tr. ist z. B. jede Cathete die Projection der Hypotenuse auf sie. — Die Hypotenuse ist gleich der Summe der Projectionen beider Catheten auf sie, und die Projection einer Cathete auf die andere ist Null. Wenn a und b die Cathete und c die Hypotenuse eines rechtw. Tr., so ist $a = c_a$; $b = c_b$; $c = a_c + b_c$ und $a_b = b_a = 0$.

§. 15.

Lehrs. Bei jedem Winkel sind die Rect. aus einem Schenkel in der Projection des andern auf ihn einander gleich. (Fig. 7.)

Bew. Von dem Endpuncte B und C der Schenkel des Winkels BAC sei Bb perpendikular auf den verlängerten Schenkel AC, und Cc perpendikular auf AB. — Zeichne die

$\square bD = AC . Ab$ und $\square cE = Ac . AB$. Ziehe BD; CE, so ist

$$\left.\begin{array}{l}\angle BAD = \angle CAE\\ AD = AC\\ AB = AE\end{array}\right\} \text{daher } \triangle BAD \cong \triangle CAE \;\left.\begin{array}{l}\text{aber } \triangle BAD = \tfrac{1}{2}\square bD\\ \text{und } \triangle CAE = \tfrac{1}{2}\square cE\end{array}\right\} \text{folglich } \square bD = \square cE \text{ oder } AC.Ab = Ac.AB.$$

Der Beweis wird ungleich kürzer, wenn man nicht übersieht, dass $\triangle ABb$ und $\triangle ACc$ gleichw. sind, folglich unmittelbar nach §. 9.

$$AC.AB = Ac.AB, \text{ auch } AB.Cc = AC.Bb,$$

d. h. auch die Rect. aus jedem Schenkel in der Entwurfslinie auf ihm sind einander gleich.

§. 16.

Aufg. Der $\triangle$ ABC sei rechtwinklig bei C und CD, auf AB perpendicular. Man soll die Eigenschaften der hier vorhandenen drei rechtwinkligen und gleichwinkligen Tr. auffinden. (Fig. 8.)

Aufl. Die $\triangle\triangle$ CDA und CDB haben jeder mit dem $\triangle$ ABC einen spitzen Winkel gemein, daher sind sie alle drei gleichw. und $x = A$, $y = B$.

Die

Die drei Seiten des △ ABC sind AB, AC, BC
— — — — △ CDA — AC, AD, CD
— — — — △ CDB — BC, CD, BD
so gestellt stehen nur die homologen Seiten unter einander.

Nun verbinde man hier je zwei nicht homologe Seiten zu Seiten eines Rect. Dieses giebt folgende Gleichungen:

1) $AB.AD = AC^2$; 2) $AB.CD = AC.BC$; 3) $AC.CD = AD.BC$;
4) $AB.BD = BC^2$; 5) $AC.BD = CD.BC$; 6) $AD.BD = CD^2$

No. 1. und 4. sagen aus, daſs in jedem rechtwinkligen △ das Quadrat über einer Cathete gleich ist dem Rect. aus der Hypotenuse und dem anliegenden Abschnitt.

No. 6. belehrt uns, daſs in jedem rechtwinkligen Tr. das Quadrat des Perpendikels gleich ist dem Rect. aus den beiden Abschnitten der Hypotenuse.

Von diesem bekannten Satze, der in allen Geometrien entweder aus dem Pythagorischen Lehrs. oder aus der Aehnlichkeit der Tr. bewiesen wird, gebe ich noch folgenden neuen äuſserst einfachen Beweis. (Fig. 9.)

Man nehme AE = CD, ziehe AG und EF parallel mit CD und CG ∥ AB, so ist EH = BD; zieht man ferner IK ∥ AB, so ist nach Euklid 1 B. 43 S. □ EG = ▭ DI oder $CD^2 = AD.DB$.

Aus No. 3 und 5 ergiebt sich, daſs in jedem rechtw. Tr. das Rect. aus einer Cathete und dem Perpend. gleich ist dem Rect. aus der andern Cathete und der Projection der ersten Cathete auf die Hypotenuse.

Für Liebhaber gebe ich hier von diesem Satze folgenden besondern Beweis:

I. Es soll $AC.CD = AD.BC$ sein. (Fig. 10.)

Bew. Verl. BC und mache CE = CD. Vollende das Rect. AE, ziehe AG ∥ CD und vollende das Rect. DG,

so ist der △ AFG ≅ △ CDB, also AG = BC.

und ▭ AE = Prllgr. CG

auch ▭ DG = Prllgr. CG

folglich ▭ AE = ▭ DG

oder $AC.CD = AD.BC$

II. Es soll $BC.CD = AC.BD$ sein (Fig. 11.)

Bew. Ueber BC zeichne man das Rect. BE, in welchem CE = CD. Verl. DC und FE, bis beide sich in G schneiden. Ziehe BH ∥ DG und HI ∥ BD, so ist der △ CEG ≅ △ CDA, also CA = CG = BH.

Ferner ist das ▭ BE = Prllgr. BG

auch ist das ▭ BI = Prllgr. BG

folglich ▭ BE = ▭ BI

oder BC.CD = AC.BD.

Addiren wir die Rect. in No. 1 und 4, so ergiebt sich sofort der Pythagorische Lehrs., nemlich: $AB^2 = AC^2 + BC^2$; der hier also nur als ein Corollar erscheint, und den wir, nach Bekanntschaft mit unserm Lehrs. §. 9., gar nicht verfehlen konnten.

No. 2. sagt aus, daſs das Rect. aus der Hypotenuse und dem Perpendikel gleich ist dem Rectangel aus den beiden Catheten, welches sich auch leicht auf eine besondre Weise so beweisen läſst: (Fig. 12.)

Man zeichne das Rect. BE = AB . CD und das Rect. CF = BC.CA, so ist der △ ABC die Hälfte vom ▭ BE, und auch die Hälfte vom ▭ CF, folglich ▭ BE = ▭ CF, d.h. AB.CD = AC.CB. Eukl. 10. B. 33 S. 1ster Lehns.

§. 17.

Neuer allgemeiner Lehrsatz. In jedem beliebigen Tr. ist das Rect. aus einer Seite und der Projection einer andern Seite auf sie, gleich dem Rect. aus der zweiten Seite und der Projection der erstern auf sie. (Fig. 13.)

Bew. Von allen drei Winkelspitzen fälle man Perpendicularen auf die Gegenseiten, so ist nach §. 9. oder nach §. 15. sofort aus der Figur zu lesen: AB . Ac = Ab . AC

BA . Bc = Ba . BC

CA . Cb = Ca . CB

§. 18.

Lehrs. In jedem spitzwinkligen Tr. ist das Quadrat über einer Seite gleich der Summe der Quadrate über den beiden andern Seiten, weniger einem doppelten Rect. aus einer dieser Seiten und der Projection der andern auf sie. (Fig. 13.)

So ist $AC^2 = AB^2 + AC^2 - 2 CA . Cb = AB^2 + AC^2 - 2 AB . Ac$.

Dasselbe gilt auch von jeder Seite in einem stumpfwinkligen Tr., wenn sie einem spitzen Winkel gegenüber liegt.

Bew. I. $AC^2 = AC . Ab + AC . Cb$ (weil $AC = Ab + Cb$ §. 13. No. 3.)

$= AB . Ac + BC . Ca$ (§. 17.)

$= AB^2 - AB . Bc + BC^2 - BC . Ba$

$= BA^2 + BC^2 - 2AB . Bc$ ⎫ Weil $AB . Bc = BC . Ba$ (§. 17.)

oder $= BA^2 + BC^2 - 2BC . Ba$ ⎭

Eben so ist $AB^2 = CA^2 + CB^2 - 2CA . Cb$ oder $= CA^2 + CB^2 - 2CB . Ca$

und $BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2AB . Ac$ oder $= AB^2 + AC^2 - 2AC . Ab$

Für den stumpfwinkligen Tr. ist (Fig. 13.)

$AC^2 = AC . Ab - AC . Cb$

$= AB . Ac - CB . Ca$ (§. 17.)

$= AB^2 - AB . Bc - [BC . Ba - BC^2]$

$= AB^2 + BC^2 - 2AB . Bc$

oder $= BA^2 + BC^2 - 2BC . Ba.$

§. 19.

Lehrs. In jedem stumpfwinkligen Tr. ist das Quadrat über der Seite, die dem stumpfen Winkel gegenüber liegt, gleich der Summe der beiden andern Seiten, mehr einem doppelten Rect. aus einer dieser Seiten und der Projection der andern auf sie. (Fig. 13.)

$AB^2 = CA^2 + CB^2 + 2CA . Cb$ oder $= CA^2 + CB^2 + 2CB . Ca.$

Bew. $AB^2 = AB . Ac + AB . Bc$

$= Ab . AC + Ba . BC$ (§. 17.)

$= CA^2 + CA . Cb + CB^2 + CB . Ca$

$= CA^2 + CB^2 + 2CA . Cb$

oder $= CA^2 + CB^2 + 2CB . Ca$

Anm. Die zwei Lehrs. in §. 18 und 19. hat auch bereits Eukl. im 2. B. 12 und 13 S. vermittelst des Pythag. Lehrs. und anderer im 2 B. seiner Elemente enthaltenen Sätze erwiesen. — Meine hier gegebenen Beweise sind von dem Pyth. Lehrsatze unabhängig und ungleich einfacher. Noch leichter läſst sich das Resultat dieser Sätze aus der Figur lesen, wenn man über alle Seiten Quadrate zeichnet.

Zus. Wenn im Tr. in Fig. 13. der Winkel C ein rechter wäre, so verschwinden die Rect. $CA . Cb$ und $CB . Ca$, weil Ca sowohl als $Cb = 0$ sind,

folglich bleibt $AB^2 = CA^2 + CB^2$. Hier erscheint also der Pyth. Lehrsatz abermals als ein bloſses Corollarium.

§. 20.

Erkl. Jede grade Linie, die man von der Spitze eines Tr. nach irgend einem Punct der gegenüberliegenden Seite zieht, soll eine Transversale genannt werden. Wenn es Noth thut, mag auch jede grade Linie, welche den Umfang einer Figur schneidet, diesen Namen führen.

§. 21.

Neuer Lehrsatz. Zieht man von der Spitze eines gleichschenkligen Triangels eine beliebige Transversale, welche die Grundlinie oder ihre Verlängerung schneidet, so ist das Rect. aus der Summe und Differenz eines Schenkels und der Transversale gleich dem Rectangel aus den beiden durch die Transversale auf der Grundlinie gemachten Abschnitten.

I) Wenn die Transversale die Grundlinie schneidet. (Fig. 14.)

Bew. Es sei ACB der gleichschenklige △ und CD die Transversale, so ist, wenn Cc auf AB perpendikular,

$$CA^2 = CD^2 + AD^2 + 2AD.Dc \quad (§. 19.)$$

also auch $CA^2 - CD^2 = AD^2 + 2AD.Dc$.

Mithin $(CA + CD).(CA - CD) = AD(AD + 2Dc)$ (§. 7.)

Da nun $AD + 2Dc = BD$ [denn $2Dc$ ist der Unterschied zwischen den Abschnitten.]

so ist auch $(CA + CD).(CA - CD) = AD.DB$.

II) Wenn die Transversale die Verlängerung der Grundlinie schneidet. (Fig. 15.)

Bew. Es sei Cc auf AB perpendikular, so ist

$$CD^2 = AC^2 + AD^2 + 2AD.Ac \quad (§. 19.)$$

$$CD^2 - AC^2 = AD^2 + 2AD.Ac$$

$$(CD + CA).(CD - CA) = AD.(AD + 2Ac) \quad (§. 7.)$$

$AD + 2Ac = BD$ [denn $2Ac$ ist die Differenz der Abschnitte.]

folglich $(CD + CA).(CD - CA) = AD.BD$.

§. 22.

Lehrs. Wird in einem beliebigen Triangel die Transversale von der Spitze bis zur Mitte der Grundlinie gezogen, so

ist die Summe der Quadrate der beiden Seiten gleich der doppelten Summe des Quadrats der Transversale und des Quadrats der halben Grundlinie.

Bew. Es sei Cc auf AB perpendicular, und CD die Transversale, so ist

$$\left.\begin{array}{l} CA^2 = DC^2 + DA^2 + 2DA.Dc \\ \text{und } CB^2 = DC^2 + BD^2 - 2DB.Dc \end{array}\right\} \text{§. 18. 19.}$$

folglich $CA^2 + CB^2 = 2DC^2 + 2AD^2 = 2[DC^2 + AD^2] = 2[DC^2 + \frac{1}{4}AB^2]$.

Zus. Wenn die Transversale CD der halben Grundlinie AB gleich ist, so ergiebt sich: $CA^2 + CB^2 = 4AD^2 = AB^2$, also nach Kukl. 1B. 22 S. ist der Triangel in diesem Falle rechtwinklig, d. h., wenn die drei Winkelspitzen eines Triangels von der Mitte einer Seite gleich weit entfernt liegen, so ist der Triangel rechtwinklig. Dieser Satz läſst sich aber auch leicht unabhängig vom §. 22. so beweisen. In Fig. 16. ist $m = 2x$ und $n = 2y$, also $m + n = 2x + 2y$; da nun $m + n = 2R$, so ist folglich $x + y =$ Winkel $C = R$.

Und umgekehrt: In jedem rechtwinkligen Triangel liegen die 3 Winkelspitzen von der Mitte der Hypotenuse gleich weit entfernt, welches apagogisch leicht zu erweisen ist. Dieses letztere vorausgesetzt, so würde aus §. 22. wieder der Pythag. Lehrsatz als Corrollar hervorgehen.

§. 23.

Lehrs. In jedem Parallelogramm ist die Summe der Quadrate der beiden Diagonalen gleich der Summe der Quadrate der vier Seiten. (Fig. 17.)

Bew. Da die Diagonalen eines Prllgr. sich gegenseitig halbiren, so ist nach §. 22.

$$\begin{array}{l} AB^2 + AD^2 = 2AE^2 + 2BE^2 \\ \text{und } AD^2 + DC^2 = 2AE^2 + 2ED^2 \end{array}$$

folglich $AB^2 + BC^2 + CD^2 + DA^2 = AC^2 + BD^2$

oder $2[AB^2 + AD^2] = AC^2 + BD^2$.

Zus. Werden die Diagonalen gleich, so wird das Prllgrm. ein Rect., und es ergiebt sich hieraus wiederum der Pyth. Lehrsatz als Corollar.

§. 24.

Lehrs. In jeder vierseitigen Figur ist die Summe der Quadrate aller Seiten gleich der Summe von den Quadraten der

beiden Diagonalen und dem vierfachen Quadrate von der Entfernung der Mittelpuncte beider Diagonalen. (Fig. 18.)

$$AB^2 + BC^2 + CD^2 + DA^2 = AC^2 + BD^2 + 4 . EF^2$$

wo E und F die Mitten der Diagonalen.

Bew. Ziehe BE, DE, so ist

$$AB^2 + BC^2 = 2AE^2 + 2BE^2$$
$$\text{und } CD^2 + DA^2 = 2AE^2 + 2DE^2$$

$$AB^2 + BC^2 + CD^2 + DA^2 = AC^2 + 2[BE^2 + DE^2]$$
$$2[BE^2 + DE^2] = 2[2BF^2 + 2EF^2]$$
$$= BD^2 + 4EF^2$$

folglich $AB^2 + BC^2 + CD^2 + DA^2 = AC^2 + BD^2 + 4EF^2$

Dieser allgemeine sehr schöne Satz ist von Euler zuerst geom. auf eine andre Art erwiesen worden. (Nov. Comm. Acad. Imp. Petrop. T. I. p. 409. sqq.) Wenn $EF = 0$, so ergiebt sich der Satz von §. 23. als Corollar, und die Figur ist in diesem Falle ein Prllgrm.; und hiermit ist zugleich die Frage beantwortet: In welcher vierseitigen Figur ist die Summe der Quadrate der Diagonalen ein Maximum?

§. 25.

Lehrs. Wenn Puncte D, D, D.. von der Mitte C einer graden Linie AB gleich weit entfernt liegen, so ist die Summe der Quadrate aus den Entfernungen dieses Puncts von den Endpuncten A und B der gegebenen Linien eine beständige Gröfse. (Fig. 19.)

Bew. Nach §. 22. ist $DA^2 + DB^2 = 2[AC^2 + CD^2]$.

§. 26.

Lehrs. Wenn die Winkelspitzen D, E, F der über der Grundlinie AB eines gleichschenkligen Tr. ACB gezeichneten Tr. von der Spitze C des gleichschenkligen Tr. um die Länge eines Schenkels CA entfernt sind, und mit der Spitze C auf einerlei Seite der Grundlinie liegen, so sind gedachte Winkel einander gleich, und jeder ist die Hälfte des Winkels C an der Spitze des gleichschenkligen Triangels. (Fig. 20.)

Bew. Es sind hier drei Fälle zu beachten: 1) wenn die Spitze D in gra-

der Linie mit einem Schenkel CA des gleichschenkligen Tr. liegt. In diesem Falle ist ∠ ACB der äuſsere Winkel von dem gleichschenkligen Tr. BCD, und folglich ∠ ACB = 2 D.

2) Wenn die Schenkel des Winkels E den Winkel C einschlieſsen. Ziehe ECG, so wird der Winkel ACB in zwei Theile zerlegt, davon der eine der äuſsere Winkel des gleichschenkligen △ ACE, und der andere der äuſsere Winkel von dem gleichschenkligen △ BCE, woraus sich denn ergiebt, daſs ∠ ACB = 2 E ist.

3) Wenn der Winkel F den einen Schenkel CB schneidet. In diesem Falle ziehe FCH, so ist ∠ HCB der äuſsere Winkel des gleichschenkligen △ BCF; und ∠ HCA der äuſsere Winkel von dem gleichschenkligen △ ACF, daraus ergiebt sich Winkel ACB = 2 Winkel AFB.

Zus. Es sei I ein Punct auf der andern Seite der Grundlinie AB, so ist der Winkel AIB immer die Hälfte von dem erhabenen Winkel ACB, welches erwiesen wird, wenn man durch I und C eine Linie ziehet; er ergänzt also einen Winkel, wie D, E, F zu 2 R.

§. 27.

Lehrs. Wenn Winkel D, E, F auf einerlei Seite über der Grundlinie AB eines gleichschenkligen Tr. gleich groſs sind, so liegen sie alle von der Spitze C des gleichschenkligen Triangels ACB gleich weit entfernt, und wenn I ein Supplementw. z. B. von D ist, so ist auch CI = CA. (Fig. 20.)

Bew. Der Beweis läſst sich leicht apagogisch führen, und kann seiner Leichtigkeit wegen hier wegbleiben.

§. 28.

Aufg. Zu drei gegebenen Puncten A, B, C, die nicht in grader Linie liegen, einen *Mittelpunct*, d. h. einen Punct zu finden, der von diesen drei gegebenen Puncten gleich weit entfernt liegt. (Fig. 21.)

Aufl. Man verbinde die Puncte durch grade Linien und errichte auf zwei dieser Linien in deren Mitte Perpendikel; wo sich diese schneiden, ist der Mittelpunct.

Bew. Es seien DE und FG die gedachten Perpd., so ist ihr Durchschnittspunct H der Mittelpunct; denn zieht man HA, HB, HC, so ist △ AHF ≅ △ CHF und △ HDA ≅ △ HDB, folglich HA = HB = HC.

§. 29.

Neuer allgemeiner Haupt-Lehrsatz. In zwei beliebigen gleichwinkligen Triangeln sind die Rectangel aus je zwei nicht homologen Seiten, die zu gleichen Winkeln gehören, einander gleich.

Es seien (Fig. 22.) ABC und abc zwei gleichwinklige Triangel, so soll z. B. sein $CA . cb = ca . CB$.

Bew. Den kleinen △ abc lege man an den grofsen △ ABC mit dem gleichen Winkel $c = C$ so an einander, dafs ca mit CB und cb mit CA in grade Linie fällt. Man bestimme nach §. 28. zu den drei Puncten A, B, a den Mittelpunct. Da nun Winkel $b =$ Winkel B, so ist dieser Punct D auch der Mittelpunct von den 4 Puncten A, B, a und b. (§. 27.) Ziehe DB, DA und DC, so ist nach §. 21. I. $BC . ca = (BD + DC)(BD - DC)$.
Zieht man DA und Db, so ist eben so nach §. 21.

$$AC . cb = (AD + DC)(AD - DC),$$

folglich $CA . cb = ca . CB$.

Eben so beweist man auch, dafs $AC . ab = ac . AB$ und $BC . ba = bc . BA$.

Andrer Bew. Man lege den kleinen Triangel in den grofsen, so dafs die Winkel $c = C$ sich decken, und ca längs CB fällt.

Es sei D der Mittelpunct von B, A, b, so ist, weil $\angle BAb + \angle BAb = 2R$, der Punct D auch der Mittelpunct von B, A, b und a (§. 27.). Zieht man nun DA, DB, Da, Db, so ist nach §. 21. II.

$$CA . cb = (DC + DA)(DC - DA)$$

und $CB . ca = (DC + DB)(DC - DB)$

folglich $CA . cb = CB . ca$.

Anmerk. Dieser Lehrsatz ist der Hauptlehrsatz in meinem System der Geometrie, und hier auf das strengste rein geometrisch leicht erwiesen worden. Als Lehrsatz ist er nirgends meines Wissens je aufgestellt worden, und ein Geometer, der zum Beweise desselben aufgefordert würde, hätte ihn ohne Anstand vermittelst Proportionen aus der Aehnlichkeit der Triangel erwiesen, ohne zu ahnen, dafs es für diesen höchst allgemeinen und wichtigen Lehrsatz einen so äufserst leichten und strengen Beweis, ohne Einmischung arithm. Begriffe, wie die von Verhältnifs und Proportionen, giebt. — Ich gestehe es aufrichtig, dafs mir seine Entdeckung das höchste Vergnügen gewährt hat und noch gewährt, indem ich überzeugt bin, dafs die Eukli-

dische



dische Geometrie durch diese Sätze ungemein erleichtert und die rein geom. Methode dadurch auch vervollkommnet wird. — Spielend, so zu sagen, werden, ohne der Strenge das Geringste zu vergeben, eine Menge bekannte und unbekannte wichtige Sätze der Geometrie dadurch von selbst entdeckt. — Den Einwurf, dafs, die Lehre von der Aehnlichkeit der Triangel vorausgesetzt, alle von mir vorgetragenen Sätze ebenfalls sich erweisen lassen, darf ich hier von keinem erwarten, der dieses Feld kennt und Vergleichungen zwischen Methoden anzustellen versteht. In einem System der Geometrie müfste dieser Lehrsatz, so früh als möglich, vorkommen, und die von mir hier mitgetheilten Zwischensätze müfsten ihren Platz anderswo finden.

§. 30.

Lehrs. Wenn in zwei Tr. ABC. abc die Rect. aus je zwei Seiten, die in beiden Tr. einen Winkel einschliefsen, gleich sind, nemlich

$AB . ac = ab . AC$; $AB . bc = ab . BC$ und $AC . bc = ac . BC$,

so sind die Tr. gleichwinklig. (Fig. 12.) Dieses wollen wir künftig durch das Zeichen ∽ anzeigen.

Bew. Nimmt man $Ab' = ab$, $Ac' = ac$, ziehe $b'c'$, so ist, weil nun auch

$AB . Ac' = Ab . AC$,

der $\triangle Ab'c' \backsim \triangle ABC$.

Es mufs daher auch $AB . b'c' = Ab' . BC$ sein;

da nun $Ab' . BC = ab . BC = AB . bc$,

so mufs $AB . b'c' = AB . bc$ sein,

mithin auch $b'c' = bc$ (§. 3.);

Demnach $\triangle abc \cong \triangle Ab'c'$,

folglich $\triangle abc \backsim \triangle ABC$.

§. 31.

Der allgemeine Lehrsatz in §. 29. ist nicht blofs für Rect. wahr, sondern auch für jedes aus den genannten Seiten gebildete gleichwinklige Parallelogramm, wie dieses aus § 11. zu ersehen ist, und daher erhalten alle erwiesene Sätze eine noch gröfsere Allgemeinheit.

§. 32.

Lehrs. Zieht man in einem Tr. eine Linie DE mit der Grundlinie BC parallel, so ist 1) das Rect. aus dem obern Ab-

schnitt AD der einen Seite und dem untern Abschnitt EC der andern Seite, gleich dem Rect. aus dem obern Abschnitt AE der zweiten Seite und dem untern Abschnitt DB der ersten Seite.

2) Auch das Rect. aus einer Seite AB und der Parallele DE ist gleich dem Rect. aus dem obern Abschnitt AD der genannten Seite und der Grundlinie BC. Umgekehrt: Wenn jene Rect. gleich sind, so ist DE || BC.

Bew. Ziehe DF || AC, so geben die hier entstandenen gleichw. Tr. sofort

$$AD . EC = AE . DB \text{ und } AB . DE = AD . BC.$$

Den Beweis für das Umgekehrte übergehe ich, da er leicht zu finden ist.

Zus. Statt Rect. kann man auch gleichw. Parallelogramme setzen, und dieses mag hier ein für allemal gesagt sein.

§. 33.

Lehrs. Wenn eine Transversale AD den Winkel BAC eines Tr. ABC halbirt, so ist das Rect. aus einer Seite AB des getheilten Winkels und dem nicht anliegenden Abschnitt DC gleich dem Rect. aus der zweiten Seite AC des halbirten Winkels und dem zweiten nicht anliegenden Abschnitt DB. Umgekehrt: Wenn gedachte Rect. gleich sind, so halbirt DA den Winkel A. (Fig. 25.)

Bew. I) Verl. CA und mache AE = AB. Ziehe BE, so ist

$$x + y = 2y = 2E, \text{ also } y = E, \text{ und also } AD \parallel BE.$$

$$\text{Mithin } AE . DC = AC . BD \text{ (§. 31.)}$$

$$\text{folglich auch } AB . DC = AC . BD.$$

II) Und wenn $AB . DC = AC . BD$,

so ist auch $AE . DC = AC . BD$;

Mithin $AD \parallel BE$,

also $x = z$ und $y = E$.

Da nun $z = E$, so ist auch $x = y$.

§. 34.

Aufg. Aus dem Winkel A eines gegebenen △s ABC eine Transversale zu ziehen, welche die Gegenseite BC so theilt, daſs ein beliebiges Parallgr. aus dieser Seite BC und einem durch die Transversale gemachten Abschnitt gleich dem

diesem Parallgr. gleichwinkligen Rhombus aus der an dem Abschnitt anliegenden Seite werde. (Fig. 26.)

Aufl. Mache den Winkel BAD = Winkel C, so ist AB . AB = BC . BD. (§. 29, 31.)

Zus. Auch ist $AB^2 = BC . BD$. Machen wir $\angle CAE = \angle B$, so ist auch $AC^2 = BC . CE$. Also $AB^2 + AC^2 = BC . [BD + CE]$

$= BC . [BC - DE] = BC^2 - BC . DE.$

Wäre nun der $\angle BAC = R$, so hätten wir hier abermals den Pyth. Lehrs. Dieser Satz ist auch umgekehrt wahr.

§. 35.

Aufg. Es sei ABC ein gleichschenkliger Tr., in welchem ein Winkel an der Grundlinie BC doppelt so groſs, als der Winkel A an der Spitze ist. Man sucht die Aufgabe, von welcher die Constr. eines solchen Tr. abhängt. (Fig. 27.)

Aufl. Man halbire einen Winkel C an der Grundlinie durch CD, so ist, weil x = A, nach §. 29. $CB^2 = AB . BD$, und da Δ BCD ∾ Δ ABC, und auch x = y = A, so ist AD = CD = BC;
folglich $AD^2 = AB . BD$.

Es kommt also auf die Aufl. der Aufg. an:

Eine gegebene Linie AB in D so zu theilen, daſs das Quadrat des gröſsern Abschnitts gleich dem Rect. aus der ganzen Linie und dem andern Abschnitt sei; deren Aufl. ich hier so gebe: (Fig. 28.)

In dem Endpunkte A errichte $BC = \frac{1}{2} AB$ perpendikular auf AB. Ziehe AC und mache BD = AE = AC — CB, so ist $BD^2 = AB . DA$.

Bew. Ziehe BE, und mache den $\angle AED = x$, so ist nach §. 29.

$AE^2 = AB . AD.$

Macht man also BD = AE, so ist auch $BD^2 = AB . AD$.

Anm. Aufl. und Bew. sind neu und äuſserst einfach.

§. 36.

Lehrs. Das Quadrat der Seite eines regul. Sechsseit plus dem Quadr. von der Seite eines regul. Zehnseit ist gleich dem Quadrat von der Seite eines regul. Fünfseit. (Fig. 29.)

Bew. Es sei CA = CB die Seite des regl. Sechsseit, und AB die Seite des regul. Fünfseits, so wie AD = DB die Seite eines regul. Zehnseits. Mache $\angle BCE = \angle CBA$, und ziehe DE, so ist Δ CBE ∾ Δ BCA, also

$CB^2 = AB \cdot BE$. (§. 29.) Es läfst sich nun leicht zeigen, dafs CE verl. AD in F halbirt, also $z = y$, daher $AD^2 = AB \cdot AE$,

folglich $CB^2 + AD^2 = AB^2$.

§. 37.

Lehrs. Wenn man in einem $\triangle ABC$ den Winkel A durch die Transversale AD halbirt, so ist das Rect. aus den Seiten AB, AC, die den getheilten Winkel einschliefsen, gleich dem Rect. aus den Segmenten BD, DC und dem Quadrate der Transversale AD. D. h. $AB \cdot AC = BD \cdot DC + AD^2$. (Fig. 30.)

Bew. Mache den Winkel $BCE = x$, und verlängere AD, bis CE geschnitten wird, so ist $\triangle CDE \backsim \triangle ABD \backsim \triangle ACE$; daher nach §. 29.

$$AD \cdot DE = BD \cdot DC,$$

und auch
$$\begin{aligned} BA \cdot AC &= AE \cdot AD \\ &= (AD + DE) \cdot AD \\ &= AD^2 + DE \cdot AD \\ &= AD^2 + BD \cdot DC. \end{aligned}$$

§. 38.

Aufg. Zwischen den Schenkeln des Winkels A sei BC ∥ DE und $AG = AB$, $AF = AE$. Man soll beweisen, dafs CF ∥ DG, oder dafs ∠ BCF ∥ ∠ EDG. (Fig. 31.)

Bew. Da die $\triangle\triangle$ ABG und AFE gleichschenklig, so ist BG ∥ FE;

$AC \cdot AD = AE \cdot AB$, weil $\triangle ABC \backsim \triangle ADE$;

$AG \cdot AF = AE \cdot AB$, - $\triangle ABG \backsim \triangle AEF$;

also $AC \cdot AD = AG \cdot AF$;

folglich CF ∥ DG.

§. 39.

Lehrs. Wenn sich zwei Sehnen AB, CD, innerhalb oder aufserhalb des Kreises in E schneiden, so ist das Rect.

$$EA \cdot EB = EC \cdot ED.$$

Bew. Ziehe AC, BD, so ist $\triangle EAC \backsim \triangle EBD$, folglich sind jene Rect. einander gleich.

§. 40.

Lehrs. In jedem Vierseit ABCD, in welchem die Gegenwinkel sich zu 2R ergänzen, ist das Rect. aus den beiden Diago-

nalen gleich der Summe der Rect. aus den Gegenseiten, so dafs AC . BD = AB . DC + AD . BC.

Bew. Aus den bekannten Eigenschaften dieses Vierseits folgt, dafs

n = m, p = q; macht man also y = x, so ist

der △ ABD ∽ △ BCI, daher AD . BC = CI . BD,

und der △ ABI ∽ △ DBC, also auch AB . CD = AI . BD;

folglich AB . CD + AD . BC = AC . BD.

Anmerk. Aus dem Bisherigen ist genugsam zu ersehen, dafs, wo sich gleichwinklige Triangel vorfinden, durch Anwendung meines Haupt-Lehrsatzes sich sogleich die gleichen Rect. ergeben, und dafs also eine grofse Anzahl von Lehrsätzen und Aufgaben, die man bisher nur nach erwiesener Aehnlichkeit der Triangel, also durch Proportionen, hat beweisen können, durchaus von dieser Lehre unabhängig sind, und hierein setze ich eben das Neue und das Vorzügliche meiner Beweise. — Jetzt sei es mir erlaubt, den Uebergang zu den Proportionen und der Aehnlichkeit der Figuren zu zeigen.

§. 41.

Erkl. Das Verhältnifs zweier Gröfsen A zu B beruht auf der Vorstellung, wie oft die erste A (das Vorderglied), oder ein bestimmter Theil derselben, in der zweiten B (dem Hintergliede) enthalten ist, also auf der Vorstellung durch einen Zahlenausdruck (der nach Umständen selbst irrational sein kann). — Jenes Zahlenverhältnifs ist es, an das man sich halten mufs, wenn man über Verhältnisse und Proportionen zwischen ausgedehnten Gröfsen sich richtige Begriffe machen will.

§. 42.

Lehrs. Zwei Prllgrm. von gleicher Höhe verhalten sich zu einander wie ihre Grundlinien. (Fig. 34.)

Bew. Es soll erwiesen werden, dafs

$$\frac{\text{Prllgr. AF}}{\text{Prllgr. AC}} = \frac{AE}{AB}$$

Nehmen wir also erstens an, die Grundl. AB, AE sind commensurabel, so läfst sich ihr Verhältnifs in ein gleichgeltendes Zahlverhältnifs verwandeln. Dieses sei z. B. das Verhältnifs $\frac{n}{m}$; so mufs, wenn man AB

in m gleiche Theile theilt, AE genau n solcher Theile enthalten. Zieht man durch jeden der Theilungspuncte eine Parallele mit der Seite AD, so entstehn dadurch m kleine gleiche Prllgrm., wovon m im Prllgrm. AC, und n im Prllgrm. AF enthalten sind. Folglich verhalten sich diese beiden Prllgrm. zu einander wie m zu n, also wie die Grundl. AB, AE.

Gesetzt **zweitens**: die Grundl. AB, AE seien unter einander **incommensurabel**. — Wer läugnen wollte, daſs in diesem Falle dieselbe Proportionalität zwischen den Prllgrm. und den Grundl. nicht statt findet, der müſste behaupten, nicht AE, sondern irgend eine andre Linie AG, die gröſser oder kleiner als AE ist, sei die richtige vierte Proportionallinie zu den drei andern Gröſsen. Wir wollen also setzen, es sei AG um EG **gröſser** als AE, und es sei dann

$$\frac{\text{Prllgrm. AF}}{\text{Prllgrm. AC}} = \frac{AG}{AB}. \quad (I)$$

Theilt man nun die Grundl. AB in gleiche Theile, welche kleiner als EG sind, so muſs zwischen E und G wenigstens ein Theilpunct H fallen. Durch diesen ziehe man die HI ∥ AD, so entsteht ein Prllgrm. AI, dessen Grundl. AH mit AB commensurabel ist. Nach dem, was vorhin bewiesen ist, hätten wir also

$$\frac{\text{Prllgrm. AI}}{\text{Prllgrm. AC}} = \frac{AH}{AB}. \quad (II)$$

Dividiren wir den Zahlausdruck (I) mit dem Zahlausdruck (II), so müſste sein

$$\frac{\text{Prllgrm. AF}}{\text{Prllgrm. AI}} = \frac{AG}{AH};$$

aber $\frac{\text{Prllgrm. AF}}{\text{Prllgrm. AI}}$ ist ein ächter Bruch, und $\frac{AG}{AH}$ ein unächter Bruch, welches ein Widerspruch ist. Also kann keine Linie AG, welche **gröſser** als AE ist, die richtige vierte Proportionallinie zu den drei oben genannten Gröſsen sein.

Auf ganz ähnliche Weise beweiſst man, daſs auch keine Linie, welche **kleiner** als AE ist, die richtige vierte Proportionalgröſse sein kann.

Nothwendig muſs dieses also AE selbst sein.

§. 43.

Lehrs. Zwei gleichwinklige Prllgrm. verhalten sich zu einander, wie die Producte aus zwei Seiten, die einen gleichen Winkel einschlieſsen. (Fig. 35.)

Bew. Nach §. 42. hat man

$$\frac{\text{Prllgrm. AH}}{\text{Prllgrm. AC}} = \frac{AE}{AB}, \text{ und } \frac{\text{Prllgrm. AF}}{\text{Prllgrm. AH}} = \frac{AG}{AD}$$

Beide Gleichungen, mit einander multiplicirt, geben

$$\frac{\text{Prllgrm. AF}}{\text{Prllgrm. AC}} = \frac{AE \,.\, AG}{AB \,.\, AD}$$

D. h. Das Verhältniſs zweier gleichwinkligen Prllgrm. ist aus dem Verhältniſs der beiden Seiten, die einen gleichen Winkel einschlieſsen, zusammen gesetzt, oder, welches dasselbe sagt, diese Prllgrm. verhalten sich wie die Rect. aus den Seiten, die einen gleichen Winkel einschlieſsen.

§. 44.

1. Zus. Zwei Rechtecke sind also den Producten aus ihren Grundl. und ihren Höhen proportional.

2. Zus. Sind zwei gleichwinklige Prllgr. einander gleich, so stehen ihre Seiten im umgekehrten Verhältniſs.

Bew. Es sei A.B = a.b. Es sind also auch die Rect. aus diesen Seiten einander gleich (§. 31.), und daher auch nach §. 43. die Producte aus den Zahlausdrücken dieser Seiten ebenfalls gleich, und folglich auch

A zu a wie b zu B.

3. Zus. Sind umgekehrt zweier gleichw. Prllgrm. Seiten verkehrt proportional, so sind diese gleichw. Prllgrm. gleich.

Denn, verhält sich A zu a wie b zu B,
so sind die Producte A.B und a.b gleich, daher auch die Rect. und folglich auch die gleichw. Prllgrm. aus diesen Seiten.

§. 45.

Die hier erwiesene Proportionalität zwischen den Flächenräumen der gleichw. Prllgrm. und den Producten aus ihren Seiten sichert uns das Recht, die Producte aus der Grundlinie in die Höhe eines jeden Rect. zum Maaſs des Flächenraums der Rect. zu nehmen. Daſs hierbei nur von den Zahlausdrücken der Grundlinie und der Höhe, und von deren Producten die Rede ist; d. h. von Producten der Zahlen, welche angeben, wie viel Linieneinheiten die Grundlinie, und wie viel deren die Höhe enthält, versteht sich von selbst. — Eine weitere Ausführung dieser Elementarlehren gehört nicht hierher; genug, daſs wir nunmehr berechtiget

sind, das Zeichen A. B durch Prllgrm. oder durch Rect. aus den Linien A, B, zu übersetzen, und das ist der geometrische Sinn desselben. Dagegen brauchen wir es nur, nach seinem arithmetischen Sinn, als Product zweier Linien, A, B, zu nehmen, um uns unmittelbar in die rechnende Geometrie zu versetzen.

§. 46.

Lehrs. Aehnliche Triangel verhalten sich wie die Quadrate ihrer gleichliegenden Seiten.

Bew. Es seien, A, B, die Seiten des einen, und a, b, die gleichnamigen Seiten des andern Tr., so ist $\frac{b}{B} = \frac{a}{A}$.

Das Verh. des ersten Tr. zum zweiten ist aber nach §. 43.

$$\frac{a.b}{A.B} = \frac{a}{A}.\frac{b}{B}, \text{ also auch gleich } \frac{a}{A}.\frac{a}{A} = \frac{a^2}{A^2}.$$

Anmerk. Es sollen nun noch einige Anwendungen und Erweiterungen folgen.

§. 47.

Neuer allgemeiner Lehrsatz. Das Rect. aus einer Linie AB und der Projection cd einer zweiten Linie CD auf sie, ist gleich dem Rect. aus der zweiten Linie CD und der Projection ab der ersten auf sie. (Fig. 56.)

D. h. $AB.cd = ab.CD$.

Bew. Ziehe CF || cB, und mache CE = AB, ziehe Ee auf CD perpendikular, so ist leicht einzusehen, daſs Ce = ab; CF = cd, und also nach §. 9. oder 15. sein muſs

$$CE.CF = Ce.CD, \text{ daher auch } AB.cd = ab.CD.$$

Zusatz. Wenn also a und b zwei in einer Ebene beliebig der Gröſse und Lage nach gegebene grade Linien sind, so ist nach unserer in §. 13. vorgeschlagenen Bezeichnung im Allgemeinen

$a.b_a = b.a_b$ und in der trigonometrischen Sprache ist $b_a = b.\text{Cos.}(a,b)$ und $a_b = a.\text{Cos.}(a,b)$.

Anmerk. Es ist begreiflich, daſs, wenn wir eine gerade Linie a sich um einen ihrer Endpuncte in der Ebene herumdrehen lassen, und die damit verbundene Veränderung und Richtungen ihrer Projection auf irgend eine andere gerade Linie b in Betrachtung ziehen wollen, wir von einem festen

Anfangs-



Anfangspunct ausgehen müssen. — Dieser Punot sei die Projection vom Puncte, um welohen sich die Linie drehen soll. Die Projection einer Linie kann also in Betreff dieses Punctes der Lage nach positiv, oder auch negativ, und der Gröſse nach auch Null sein. Wenn von der Projection des Perimeters einer gradlinigen Figur die Rede ist, so versteht es sich, daſs, um die Richtung der Projection gehörig zu schätzen, man vom Anfange an der Richtung des Umfanges der Figur folgen muſs, dann ergiebt sich die Richtigkeit von No. 3 und 4 in §. 14. Die Winkel, welche die Seiten der Figur mit denjenigen Linien machen, auf welche sie projectirt werden, muſs man immer von dieser Linie an nach einerlei Seite herum in Rechnung bringen.

§. 48.

Lehrs. In jeder gradlinigen Figur ist jede Seite gleich der Summe aller andern Seiten, wenn man jede von diesen mit dem Cosinus des Winkels multiplicirt, den sie mit der ersten bildet.

Bew. Dieser Fundamentalsatz der Polygonometrie ergiebt sich hier sogleich aus §. 14. No. 3.

Denn es seien a, b, c, d, . . . v, w, x die Seiten einer ganz beliebigen Figur, so ist nach §. 14. Nr. 3.

$$x = a_x + b_x + c_x + d_x + e_x \ldots + v_x + w_x$$

also auch naah §. 13.

$$x = a \cdot \text{Cos.}(a, x) + b \cdot \text{Cos.}(b, x) + \ldots + v \cdot \text{Cos.}(v, x) + w \cdot \text{Cos.}(w, x).$$

§. 49.

Lehrs. Die Summe der Seiten irgend eines Vielseits, von denen jede mit dem Cosinus des Winkels multiplicirt ist, den ihre Richtung, im Sinne des Umfangs genommen, mit einer beliebigen in der Ebene der Lage nach gegebenen graden Linie macht, ist = o.

Bew. Es sei y die der Lage nach gegebene Linie, so ist nach §. 14. Nr. 4.

$$a_y + b_y + c_y \ldots + w_y + x_y = o$$

daher auch nach §. 13.

$$a \cdot \text{Cos.}(a, y) + b \cdot \text{Cos.}(b, y) + \ldots + x\,\text{Cos.}(x, y) = o.$$

§. 50.

Neuer Lehrs. In jedem Vielseit ist die Summe der Quadrate

der Seiten gleich der doppelten algebraischen Summe der Rect. aus jeder dieser Seiten und der Projection aller hinter ihr folgenden Seiten auf sie.

Bew. Es ist

$$\left.\begin{aligned} a &= b_a + c_a + d_a + \ldots + x_a \\ b &= a_b + c_b + d_b + \ldots + x_b \\ c &= a_c + b_c + d_c + \ldots + x_c \\ &\vdots \\ x &= a_x + b_x + c_x + \ldots + w_x \end{aligned}\right\} \text{§. 14. No. 3.}$$

daher auch

$$\left.\begin{aligned} a^2 &= a.b_a + a.c_a + a.d_a + \ldots + a.x_a \\ b^2 &= b.a_b + b.c_b + \ldots \ldots + b.x_b \\ c^2 &= c.a_c + c.b_c + \ldots \ldots + c.x_c \\ &\vdots \\ x^2 &= x.a_x + x.b_x + \ldots \ldots + x.w_x \end{aligned}\right\} \text{§. 4.}$$

Da nun hier $a.b_a = b.a_b$; $a.c_a = c.a_c$, etc.
Eben so $b.c_b = c.b_c$ etc. . . } §. 47.

so ist jedes Rect. doppelt da, folglich:

$$a^2 + b^2 + \ldots + x^2 = 2\,[a.b_a + a.c_a + a.d_a + \ldots + b.c_b + \ldots + w.x_w]$$

1. Zus. Das obige Resultat, in die Trig. Sprache übersetzt, giebt

$$a^2 + b^2 \ldots + x^2 = 2[a\,b.\mathrm{Cos}(a,b) + a\,c.\mathrm{Cos}(a,c) + \ldots + bc.\mathrm{Cos}(b,c) + bd.\mathrm{Cos}(b,d) + \ldots + wx.\mathrm{Cos}(w,x)]$$

d. h. in jeder geradlinigen Figur ist die Summe der Quadrate dieser Seiten gleich der doppelten Summe der Producte der Seiten, zwei und zwei mit dem Cosinus des eingeschlossenen Winkels multiplicirt.

2. Zus. $a^2 = b^2 + c^2 + \ldots + x^2 - 2\,[b.c_b + b.d_b + b.e_b + \ldots + w.x_w]$

d. h. In jedem Vielseit ist das Quadrat einer Seite gleich der Summe der Quadrate der übrigen, weniger der doppelten Summe der Rect. aus jeder dieser Seiten und der Projection aller hinter ihr folgenden Seiten auf sie. Also auch

$$a^2 = b^2 + c^2 + \ldots + x^2 - 2\,[b\,c\,\mathrm{Cos}(b,c) + b\,d\,\mathrm{Cos}(b,d) + \ldots + w\,x\,\mathrm{Cos}(w,x)]$$

oder In jeder geradlinigen Figur ist das Quadrat einer Seite gleich der Summe der Quadrate der übrigen, weniger der doppelten Summe der Producte dieser andern Seiten, zu

zweien mit dem Cosinus des eingeschlossenen Winkels multiplicirt.

§. 51.

Erkl. Ein Punct innerhalb einer gradlinigen Figur, dessen Entfernung von einer beliebigen der Lage nach gegebenen Linie gleich dem arithmetischen Mittel von der algebraischen Summe aller Entfernungen der Winkelspitzen der Figur von dieser Linie ist, soll der **Punct der mittlern Entfernungen**, und jede durch diesen Punct gezogene grade Linie soll **Axe** oder **Linie der mittlern Entfernungen** dieser Puncte genannt werden. Dieser merkwürdige Punct wird künftig immer durch den Buchstaben 𝔓 angedeutet werden.

§. 52.

Aufg. Die **Möglichkeit eines solchen Puncts darzuthun** (Fig. 37.).

Aufl. Aus einem Punct 𝔓 ziehe man so viel grade Linien (**Radien**), als ein Vielseit Seiten hat, so daſs jede dieser Linien einer entsprechenden Seite des Vielseits gleich und parallel, und mit ihr gleiche Richtung im Sinne des Umfangs hat. Verbindet man die Endpuncte dieser Linien, so erhält man eine Figur, in welcher der gedachte Punct 𝔓 der **Punct der mittlern Entfernungen** ist.

Bew. Nach §. 14. No. 4. muſs die algebraische Summe der Projectionen dieser Radien auf eine beliebige durch 𝔓 gezogene Axe 𝔑𝔔 = o sein.

Zieht man ferner 𝔏𝔎 perpendikular auf 𝔑𝔔, so leuchtet es ein, daſs die Perpendikel von den Endp. dieser Radien auf 𝔏𝔎 offenbar gleich den Projectionen dieser Radien auf 𝔑𝔔 sind. Es muſs ferner einleuchten, daſs, wenn für die Puncte A, B, C diese Perpendikel positiv, die von den Puncten D, E. F negativ gezeichnet werden müssen. Folglich ist die algebraische Summe sämmtlicher Perpendikel, die von den Winkelpuncten des Vielseits auf die Axe 𝔏𝔎 gesenkt sind, = o.

Nun sei irgend eine andere Linie 𝔐𝔑 parallel mit 𝔏𝔎, und auſserhalb des Vielseits gezogen, dann wird jeder Perpendikel, aus einem Winkel der Figur auf diese neue Linie gezogen, offenbar gleich 𝔓𝔔 mehr oder weniger dem Perpendikel, der aus demselben Winkel auf die Linie 𝔏𝔎 gezogen wird, je nachdem dieser Punct unterhalb oder oberhalb der letzten Linie in Bezug auf 𝔐𝔑 ist. Mithin ist die Summe aller Perpd. auf 𝔐𝔑 gleich so viel mal 𝔓𝔔, als es Winkel giebt, wenn man dazu eine

Summe addirt, die, wie gezeigt worden, gleich o ist. Folglich ist 𝔓𝔔 gleich der Summe der Perpendikel auf 𝔐𝔑, durch ihre Anzahl dividirt. 𝔓𝔔 ist also die mittlere Entfernung aller dieser Winkel von der Linie 𝔐𝔑; und da die Lage der Axe 𝔑𝔔 durch den Punct 𝔓 willkührlich ist, so folgt, daſs die Entfernung des Puncts 𝔔 von irgend einer Ebene gleich der mittlern Entfernung aller Puncte der Figur ist.

1. Zus. Da die Totalsumme der Perpd. von den Winkeln auf irgend einer Linie durch 𝔓 = o ist, so folgt, daſs die Summe der Entfernungen dieser Axe von den Winkeln, die sich an derselben Seite befinden, gleich ist der Summe der Entfernungen dieser Ebene von den Winkeln an der andern Seite.

2. Zus. Da die Lage eines Puncts in der Ebene durch seine Entfernungen von 2 der Lage nach gegebenen Linien ganz bestimmt wird, so giebt es in jeder Figur einen Punct der mittlern Entfernungen.

§. 53.

Lehrs. Denkt man sich durch den Punct der mittlern Entfernungen der Winkel einer Figur eine beliebige gerade Transversale gezogen, eben so von 𝔓 nach jedem Winkel der Figur einen Radius, so ist die algebraische Summe der Projectionen eines jeden dieser Radien auf dieser Transversale gleich Null.

Man kann auch sagen: so ist die Summe der Producte eines jeden dieser Radien mit dem Cosinus des Winkels, den er mit der Richtung der Transversale bildet, gleich Null.

Bew. Folgt unmittelbar aus §. 49. und §. 51.

§. 54.

Lehrs. In jeder geradlinigen Figur von n Seiten ist die Summe der Quadrate der Entfernungen aller Winkel von einem beliebigen Punct gleich der Summe der Quadrate der Radien aus dem Puncte der mittlern Entfernungen plus dem n fachen Quadrate der Entfernung des P. d. m. E. vom angenommenen Punct.

Bew. Die Winkelpuncte der Figur seien A, B, C, D ..., N.; ferner sei 𝔄 der beliebig angenommene Punct, von welchem nach allen Winkeln A, B, C, D, ... N gerade Linien gezogen werden, die wir der Reihe nach



mit A, B, C, D, . . . N bezeichnen wollen. 𝔓 bezeichne den P. d. m. E., und die aus diesem Punct nach den Winkeln A, B, C . . . N gezogenen Radien sollen der Reihe nach mit $r, r', r'', .. r^{(n-1)}$ bezeichnet sein. Endlich sei e die Entfernung des Punctes 𝔓 von dem Puncte 𝔄.

Es ergeben sich hier n Triangel, die alle die gemeinschaftliche Seite e haben; von den beiden andern Seiten ist die eine immer ein Radius, und die andere eine aus 𝔄 gezogene Linie, daher haben wir hier aus §. 18 u. 19. folgende n Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} A^2 = r^2 + e^2 + 2e . r_e \\ B^2 = r'^2 + e^2 + 2e . r'_e \\ C^2 = r''^2 + e^2 + 2e . r''_e \\ \vdots \\ N^2 = r^{(n-1)2} + e^2 + 2e r_e^{(n-1)} \end{array}\right\}$$

Anmerk. Daſs ich die doppelten Rect. aus e und der Projection des Radius auf sie immer positiv gezeichnet habe, darf keinen Anstoſs finden, da das Zeichen + hier nur ein Operationszeichen ist; ob aber $2e . r_e$ addirt oder subtrahirt werden soll, hängt von der Lage, die r_e hat, ab.

Da nun $r_e + r'_e + \ldots + r_e^{(n-1)} = 0$ (§. 53.)

so ist auch $2e . r_e + 2e . r'_e + \ldots + 2e . r_e^{(n-1)}$

$$= 2e . [r_e + r'_e + \ldots + r_e^{(n-1)}] = 2e . 0 = 0$$

Folglich $A^2 + B^2 + \ldots + N^2 = r^2 + r'^2 + \ldots + r^{(n-1)2} + n . e^2$.

Anmerk. Dieser schöne allgemeine Lehrs. ist nirgend so leicht ganz rein geometrisch erwiesen worden.

1. Zus. Die Summe $A^2 + B^2 + \ldots + N^2$ ist am kleinsten, wenn $e = 0$, folglich ist die Summe der Quadrate der Entfernungen aller Winkel einer Figur vom Puncte 𝔓 ein Kleinstes.

2. Zus. Wenn der Punct 𝔄 in der Peripherie eines Kreises genommen wird, der aus 𝔓 mit der Entfernung e beschrieben ist, so ist $A^2 + B^2 + \ldots + N^2$ für jeden Punct 𝔄 in dieser Peripherie eine constante Gröſse. Dieses ist der 12te Satz von Huygens Horologium oscillatorium.

3. Zus. Ist die n seitige Figur regulär, so ist, wie sich leicht darthun läſst, 𝔓 der Mittelpunct dieses regul. Polygons, daher

$$A^2 + B^2 + \ldots + N^2 = n . r^2 + n . e^2 = n [r^2 + e^2]$$

d. h. die Summe der Quadrate der Entfernungen aller Win-

kel eines regul. Polygons von einem beliebigen Puncte 𝔄 eines Kreises, der mit dem Polygon einerlei Mittelpunct hat, ist gleich der n fachen Summe des Quadrats vom Halbmesser des Polygons und des Quadrats vom Halbmesser des Kreises.

Wenn $n = 3$ und $e = r$, so ist $A^2 + B^2 + C^2 = 6r^2$

für $n = 6$ und $e = r$, wäre $A^2 + B^2 + C^2 + D^2 + E^2 + F^2 = 12r^2$

4. Zus. Nimmt man im 3. Zus. $e = r$ und $n = 2$, so ist $A^2 + B^2 = 4r^2 =$ dem Quadrat des Durchmessers, welches wiederum der Pythag. Lehrs. ist

§ 55.

Lehrs. Verbindet man n in einer Ebene liegende Puncte, je zwei und zwei durch gerade Linien, so ist die Summe der Quadrate aller dieser Linien gleich der n fachen Summe der Quadrate der Entfernungen aller Puncte des Systems vom Puncte 𝔓.

Bew. Man denke sich den in § 54. genannten Punct 𝔄 nach und nach in jedem der n Puncte des zu betrachtenden Systems, so gehen von diesem Punct 𝔄 nach den übrigen $n-1$ Puncten $n-1$ Linien.

Es ergeben sich also hier n Gleichungen, deren eine Hälfte aus der Summe von $n-1$ Quadraten, nämlich der Summe der Quadrate von Linien, die aus 𝔄 nach allen übrigen Puncten gezogen werden, bestehet, und deren andere Hälfte aus der Summe der Quadrate aller n Radien aus 𝔓 bestehen, die wir durch Σr^2 angeben wollen, und aus dem n fachen Quadrat der jedesmaligen Entfernung des Puncts 𝔓 von 𝔄.

In allen n Gleichungen zusammen stehen also in der Hälfte linker Hand $n.(n-1)$ Quadrate. Bei einiger Aufmerksamkeit dürfte es nicht entgehen, daſs jedes Quadrat zweimal da ist, und also nur $\frac{n.(n-1)}{2}$ verschiedene Quadrate linker Hand doppelt genommen wirklich vorhanden sind. Die Summen von der Hälfte rechter Hand der n Gleichungen geben, wie zu übersehen,

$$n\Sigma r^2 + n.r^2 + n.r'^2 + n.r''^2 + .. + n.r^{(n-1)2}$$
$$= n\Sigma r^2 + n[r^2 + r'^2 + .. + r^{(n-1)2}] = n\Sigma r^2 + n\Sigma r^2$$
$$= 2n\Sigma r^2.$$

Folglich ist $n\Sigma r^2$ gleich der Summe aller Quadrate von allen Linien, die je zwei Puncte des Systems verbinden.

§. 56.

Aufg. Es sei gegeben S_2 die Summe der Quadrate der Entfernungen eines Punctes von jedem der $n-1$ andern, und Σ_2 die Summe der Quadrate der Entfernungen aller Puncte des Systems, je zwei und zwei. Man soll hieraus das Quadrat der Entfernung eines unter ihnen vom allgemeinen Punct $\mathfrak{P}$ finden.

Aufl. Die zu findende Entfernung sei r,

so ist nach §. 54. $S_2 = \Sigma r^2 + n.r^2$ also $\Sigma r^2 = S_2 - n.r^2$;

nach dem vorhergehenden §. ist $n\Sigma r^2 = \Sigma_2$, also auch $\Sigma r^2 = \frac{\Sigma_2}{n}$,

folglich $r^2 = \frac{n.S_2 - \Sigma_2}{n^2}$.

d. h. In einem System gegebener n Puncte ist das Quadrat der Entfernung eines unter ihnen vom allgemeinen Puncte der mittlern Entfernungen, gleich der n fachen Summe der Quadrate der Entfernungen dieses Puncts von allen andern, wenn man hievon die Summe der Quadrate der Entfernungen je zweier Puncte abzieht, und diese Differenz durch das Quadrat der Zahl der Puncte dividirt.

§. 57.

Anmerk. Hat irgend eine Figur von 2 n Scheitelpuncten einen Mittelpunct der Figur, d. h. einen Punct, in welchem alle durch ihn gelegten Diagonalen halbirt werden, so ist dieser Punct auch zugleich der Punct $\mathfrak{P}$. Bezeichnen wir nun die Summe der Quadrate der durch $\mathfrak{P}$ gehenden Diagonalen mit A, die Summe der Quadrate aller übrigen Diagonalen und Seiten mit B, so ist $A = 2\Sigma r^2$ (§. 55.);

$$2n.\Sigma r^2 = A + B \quad (§. 55.),$$

also $n.A = A + B$,

folgl. $(n-1)A = B$.

So ist bei einem Parallelogramm $n = 2$; $A =$ der Summe der Quadrate beider Diagonalen, und B die Summe der Quadrate von allen 4 Seiten, also $A = B$, wie in §. 23.

§. 58.

Neuer Lehrs. Wenn man aus irgend einem Punct 𝔄 in jeder geradlinigen Figur ABCD....N, deren Seiten AB, BC, CD ....MN wir in der Ordnung, wie sie folgen, mit a, b, c, d ....n bezeichnen wollen, aus diesem Punct 𝔄 nach allen Winkeln A, B, C...N Linien 𝔄A, 𝔄B, ..𝔄N ziehen, die wir in der Ordnung, wie sie auf einander folgen, mit r, r', r''... $r^{(n-1)}$ bezeichnen wollen, so ist

$$a.r_a + b.r'_b + c.r''_c ... + n.r^{(n-1)}_n = a.r'_a + b.r''_b + c.r'''_c + ... + n.r_n$$

Bew. Nach §. 18. 19. ist

$$\left.\begin{array}{l} r^2 = a^2 + r'^2 + 2a.r_a \\ r'^2 = b^2 + r''^2 + 2b.r''_b \\ r''^2 = c^2 + r'''^2 + 2c.r'''_c \\ \vdots \\ r^{(n-1)2} = n^2 + r^2 + 2n.r_n \end{array}\right\} = A$$

und

$$\left.\begin{array}{l} r'^2 = a^2 + r^2 + 2a.r \\ r''^2 = b^2 + r'^2 + 2b.r'_b \\ r'''^2 = c^2 + r''^2 + 2c.r'' \\ \vdots \\ r^2 = n^2 + r^{(n-1)2} + 2n.r^{(n-1)}_n \end{array}\right\} = B$$

Zieht man B von A ab, so reducirt sich die erste Hälfte der Gleichung zu Null, d. h. alle vorhandenen Quadrate vernichten sich gegenseitig, und die Differenz von der Summe aller Rect. in A und der Summe aller Rect. in B ist Null, d. h. wenn die Hälfte genommen wird,

$$a.r_a + b.r'_b + ... + n.r^{(n-1)}_n = a.r'_a + b.r''_b + ... + n.r_n.$$

§. 59.

Lehrs. Unter eben der Voraussetzung, wie in §. 58., ist

$$a^2 + b^2 + c^2 + .. + n^2 = 2\,[a.r'_a + b.r''_b + c.r'''_c + ..n.r_n]$$

oder $= 2\,[a.r_a + b.r'_b + c.r''_c + .. + n.r^{(n-1)}_n]$

Bew. Wir haben aus §. 58.

$$a.r_a + b.r'_b + c.r''_c + .. + n.r^{(n-1)}_n = a.r'_a + b.r''_b + c.r'''_c + .. + n.r_n$$

da nun $a.r'_a + b.r''_b + c.r'''_c + .. + n.r_n = a.r'_a + b.r''_b + c.r'''_c + .. + n.r_n$

so ist $a(r_a + r'_a) + b(r'_b + r''_b) + ... + n(r^{(n-1)}_n + r_n) = 2\,[a.r'_a + b.r''_b + ... + n.r_n]$

Es

Es ist aber $r_a + r'_a = a$; $r'_b + r''_b = b$; ... $r_n^{(n-1)} + r_n = n$ (§. 14.),
so ist $a^2 + q^2 + c^2 + .. + n^2 = 2 [a.r'_a + b.r''_b + c.r'''_c + ... + n.r_n]$,
also auch $a^2 + b^2 + c^2 + .. + n^2 = 2 [a.r_a + b.r'_b + c.r''_c + ... + n.r_n^{(n-1)}]$

§. 60.

In die Trigonometrische Sprache übersetzt, steht der Lehrsatz in §. 58. so:

$$a.r.\,\mathrm{Cos}\,(a,r) + b.r'\,\mathrm{Cos}\,(b,r') + ... + n.r^{(n-1)}\,\mathrm{Cos}\,(n,r^{(n-1)})$$
$$= a.r'\,\mathrm{Cos}\,(a,r') + b.r''\,\mathrm{Cos}\,(b,r'') + ... + n.r.\,\mathrm{Cos}\,(n,r)$$

und der Lehrsatz in §. 59. steht so:

$$a^2 + b^2 + ... + n^2 = 2 [a.r\,\mathrm{Cos}\,(a,r) + b.r'\,\mathrm{Cos}\,(b.r') + . + n.r\,\mathrm{Cos}\,(n,r^{(n-1)})$$
$$= 2 [a.r'\,\mathrm{Cos}\,(a,r') + b.r''\,\mathrm{Cos}\,(b,r'') + ... + n.r\,\mathrm{Cos}\,(n,r).$$

Anmerk. Die Lehrsätze in §. 58. und 59. sind wegen ihrer Allgemeinheit sehr merkwürdig, und nur die Furcht, diese Abhandlung über Gebühr auszudehnen, kann mich bestimmen, die schönen Folgerungen, z. B. bei den Curven, zu welchen sie Veranlassung geben, zu übergehen; ich erlaube mir nur, zu mehrerer Versinnlichung des Satzes zu sagen, daſs wenn man über allen Seiten irgend einer n seitigen gradlinigen Figur Quadrate zeichnet, und man fällt von einem beliebigen Punct Perpendikel auf die Seiten, so werden die Quadrate durch diese Perpendikel in zwei Rect. zerlegt.

So ist irgend ein Rect., als erstes gezählt, die Summe des 1sten, 3ten, 5ten, 7ten .... 2 nten gleich der Summe des 2ten, 4ten, 6ten ... 2 nten.

So ist bei einem Triangel $n = 3$

und also allgemein $a.r_a + b.r'_b + c.r''_c = a.r'_a + b.r''_b + c.r_c$

Zieht man nun die Radien r, r', r'' aus einem merkwürdigen Puncte des Δs, z. B. wo sich die 3 Perpd. aus den Spitzen schneiden, oder aus dem Mittelpunct der ein und umschriebenen Kreise, dem Punct $\mathfrak{P}$ etc., so ergeben sich sehr schöne Relationen. Nimmt man z. E. gedachten Punct in einem rechtwinklichen Triangel im Scheitel eines spitzen Winkels, so ergiebt sich abermals sofort der Pytag. Lehrs. — Die Ausführung davon behalte ich mir noch vor. — Ich werde nun noch einige andere nicht minder schöne Sätze kurz darstellen.

§. 61.

Lehrs. Wenn man aus einem angenommenen Punct $\mathfrak{P}$ n Radien $r, r', r'', r''', r'''' ... r^{(n-1)}$ zieht, von welchen jeder einer andern

Seite einer beliebigen gradlinigen Figur gleich, und im Sinne des Umfanges parallel gezogen sind, und man aus irgend einem andern angenommenen Punct 𝔄, dessen Entfernung von 𝔓 E sein mag, ein Perpendikel auf jeden dieser Radien fällt, so wird die Summe der Rect.

$$r.e_r + r'.e_{r'} + r''.e_{r''} + .. + r^{(n-1)}.e_{r^{(n-1)}} = o,$$

wenn man die Projectionen von e, die nicht auf die Radien selbst, sondern auf ihre Verlängerung fallen, negativ nimmt. Eben so ist, wenn wir die aus 𝔄 auf die Radien $r, r', r'' ... r^{(n-1)}$ gefällten Perpendikel durch $p, p', p'' ... p^{(n-1)}$ angegeben, die Summe der Rect.

$$r.p + r'.p' + r''.p'' + .. + r^{(n-1)}.p^{(n-1)} = o.$$

Bew. Nach §. 15. haben wir folgende Rect. gleich

$$\left.\begin{array}{l} r.e_r = e.r \\ r'.e_{r'} = e.r' \\ r''.e_{r''} = e.r''_e \\ \vdots \\ r^{(n-1)}.e_{r^{(n-1)}} = e.r_e^{(n-1)} \end{array}\right\}$$

Mithin auch $r.e_r + r'.e_{r'} + .. + r^{(n-1)}.e_{r^{(n-1)}} = e[r_e + r'_e + .. + r_e^{(n-1)}]$

Da nun nach §. 14. 4. $r_e + r'_e + .. + r_e^{(n-1)} = o$,

so ist $r.e_r + r'.e_{r'} + ... + r^{(n-1)}.e_{r^{(n-1)}} = o$.

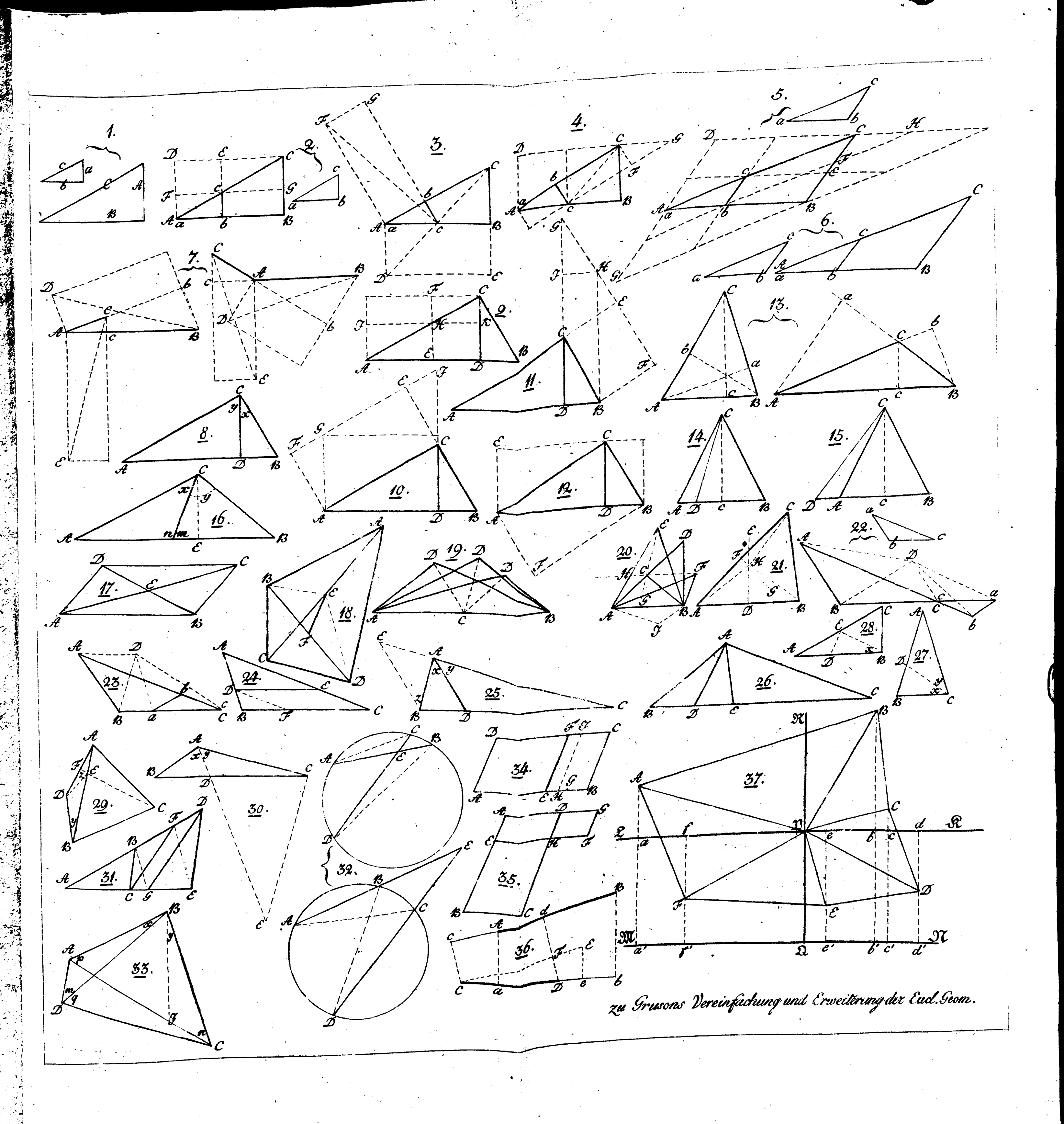
Um den zweiten Theil zu beweisen, so denke man sich von den Endpuncten der Radien $r, r' .. r^{(n-1)}$ Perpendicularen auf die Linie 𝔄𝔓, und bezeichne diese Perpend. mit $\pi, \pi', \pi'' .. \pi^{(n-1)}$, so sind nach §. 10. folgende Rect. gleich

$$\left.\begin{array}{l} r.p = e.\pi \\ r'.p' = e.\pi' \\ r''.p'' = e.\pi'' \\ \vdots \\ r^{(n-1)}.p^{(n-1)} = e.\pi^{(n-1)} \end{array}\right\}$$

Mithin $r.p + r'p' + r''p'' + .. + r^{(n-1)}.p^{(n-1)} = e.[\pi + \pi' + .. + \pi^{(n-1)}]$

Nun ist $\pi + \pi' + \pi'' + ... + \pi^{(n-1)} = o$. (§. 14. 4.)

(Die $\pi, \pi' ... \pi^{(n-1)}$ können nämlich als die Projectionen der Radien $r, r', r'' ... r^{(n-1)}$ auf eine Linie, die in 𝔓 auf 𝔓𝔄 perpendikular ist, angesehen werden.)


zu Grusons Vereinfachung und Erweiterung der Eucl. Geom.

In der trigonometrischen Sprache stehen die obigen Sätze so:

$$r . e . \mathrm{Cos}\,(e, r) + r' . e . \mathrm{Cos}\,(e, r') + \ldots + r^{(n-1)} . e . \mathrm{Cos}\,(e, r^{(n-1)}) = a$$

$$r . e . \sin\,(e, r) + r' . e . \sin\,(e, r') + \ldots + r^{(n-1)} . e . \sin\,(e, r^{(n-1)}) = b$$

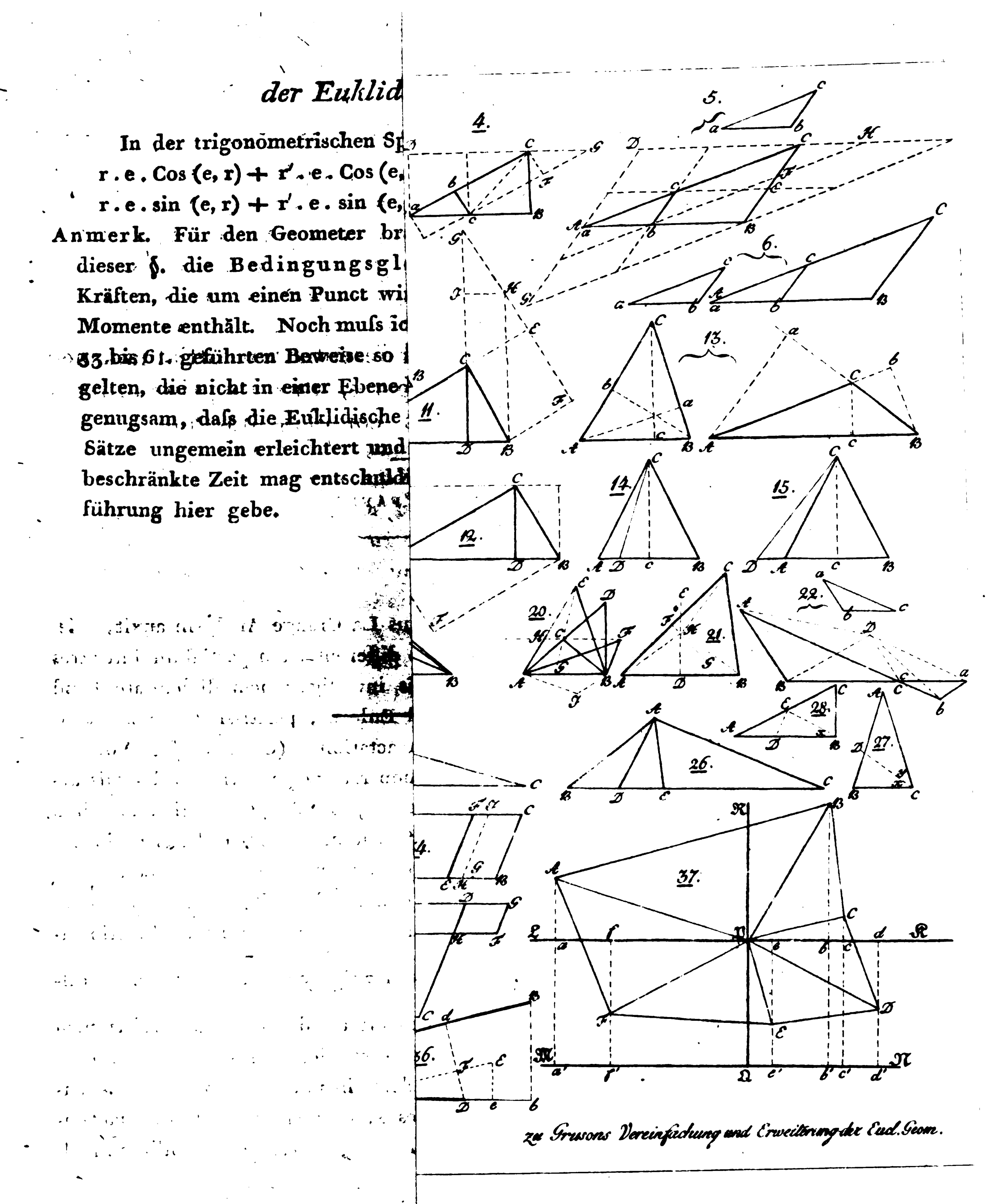
Anmerk. Für den Geometer braucht es kaum erinnert zu werden, daſs dieser §. die Bedingungsgleichungen für das Gleichgewicht von Kräften, die um einen Punct wirken, und das Princip von der Theorie der Momente enthält. Noch muſs ich bemerken, daſs die in §. 24, 25, 48 bis 50, 53 bis 61 geführten Beweise so allgemein sind, daſs sie auch für Polygone gelten, die nicht in einer Ebene liegen. Aus dem Beigebrachten erhellet genugsam, daſs die Euklidische Geometrie durch die Einführung meiner Sätze ungemein erleichtert und erweitert werden würde, meine äuſserst beschränkte Zeit muſs mich entschuldigen, daſs ich jetzt nicht die weitere Ausführung hier gebe.

In der trigonometrischen Sp

$r \cdot e \cdot \mathrm{Cos}\,(e, r) + r' \cdot e \cdot \mathrm{Cos}\,(e,$

$r \cdot e \cdot \sin\,(e, r) + r' \cdot e \cdot \sin\,(e,$

Anmerk. Für den Geometer br
dieser §. die Bedingungsgl
Kräften, die um einen Punct wi
Momente enthält. Noch muſs ic
33 bis 61. geführten Beweise so
gelten, die nicht in einer Ebene
genugsam, daſs die Euklidische
Sätze ungemein erleichtert und
beschränkte Zeit mag entschuldi
führung hier gebe.



zu Grusons Vereinfachung und Erweiterung der Eucl. Geom.

Methodus generalis, aequationes differentiarum partialium, nec non aequationes differentiales vulgares, utrasque primi ordinis, inter quotcunque variabiles, complete integrandi.

Auctore J. F. PFAFF *).

§. 1.

Inter insignia inventa, quibus sagacissimus La Grange Analysin auxit, referenda est methodus generalis, aequationes differentiarum partialium inter tres variabiles integrandi. Cujus integrationis investigationem difficultate haud caruisse, vel exinde intelligere licet, quod Eulerus, peritissimus calculi artifex, in longa harum aequationum pertractatione (Calc. Integr. Vol. III. p. 37 — 178.) casus tantum particulares, non ratione uniformi, sed variis artificiis usus, solutos dederit, ipse confessus (p. 132.): „se longissime adhuc a solutione problematis generalis distare." Quum quidem Eulerus notionem haud satis generalem genuinae harum aequationum indolis mente concepisse videatur, La Grangius methodum suam exinde deduxit, quod easdem ex principio uniformi et generali contemplatus fuerit. Sit nimirum z functio variabilium x et y, $\frac{dz}{dx} = p$, $\frac{dz}{dy} = q$, tum vulgo constat, aequationem differentiarum partialium inter tres variabiles nil aliud esse, quam relationem datam inter p, q, x, y, z, ex qua quaeritur relatio inter x, y, z. Jam cum sit $dz = p\,dx + q\,dy$, La Grange considerat hanc aequationem ceu aequationem differentialem inter tres quantitates x, y, z, quae praeterea quantitatem p tanquam functionem indeterminatam ipsarum trium variabilium invol-

*) In Conventu acad. d. 11. Maji 1815 exhibita.

vit. At vero constat, ut talis aequatio integrabilis sit, seu certam inter tres variabiles aequationem finitam inferat, illius coefficientes non ad lubitum assumi posse, sed certam inter eos relationem requiri. Ex hoc criterio integrabilitatis sive realitatis (Euler l. c. p. 5. 6.) petenda est determinatio coefficientis p, tanquam functionis τῶν x, y, z. Quo coefficiente rite determinato ipsa deinceps integratio aequationis $dz = p\,dx + q\,dy$, secundum regulas aliunde cognitas, praebet relationem quaesitam inter x, y, z. Quod nunc determinationem τῆς p attinet, praedicta conditio integrabilitatis denuo deducit ad aequationem differentiarum partialium inter quatuor variabiles, quae autem est linearis, quotientes differentiales in prima tantum dimensione continens, quamque igitur ex principiis aliunde a La Grangio demonstratis (Mémoires de l'Acad. de Berlin 1774. 1779.) integrare licet. In hac solutione restabat difficultas, a qua diu se vexatum fuisse, ipse La Grangius confitetur [a]). Cum nimirum p ceu functio trium variabilium x, y, z, detur per aequationem differentiarum partialium, hujus integratio ex lege nota involvit functionem arbitrariam duarum quantitatum: quum tamen determinatio τῆς z, tanquam functionis duarum variabilium x et y, functionem arbitrariam unius tantum quantitatis admittat. Hanc ipsam difficultatem atque contraditionem apparentem feliciter tandem enodavit La Grange, ostenditque ratiociniis ingeniosis, quomodo functio ista duarum quantitatum, quae natura sua infinities latior est quam functio arbitraria unius quantitatis, ad hujusmodi functionem unius variabilis revocetur.

Ceterum alii Analystae, qui methodum La Grangianam applicationibus illustrarunt, veluti celeberr. Le Gendre (Mémoires de l'Acad. de Paris Année 1787. p. 337.), praedictam difficultatem haud animadverterunt [b]), vel silentio praetermiserunt, forte, quoniam eadem defectus minus essentialis methodi ipsius videri poterat, quippe in applicatione methodi non necesse erat, aequationis auxiliaris pro p integrale completum invenire, (quod functionem arbitrariam duarum quantitatum involvisset), verum valor particularis τῆς p vel ad complete integrandam aequationem ipsam propositam sufficere jam poterat.

Quum praedicta ratione integratio aequationum differentiarum par-

a) Leçons sur le Calcul des fonctions. Nouv. édit. 8. Paris 1806. p. 390. „Cette difficulté, je l'avoue, m'a long-temps tourmenté." cf. p. 386.

b) Quod ipsum observat La Grange (Leçons p. 386.)

tialium primi ordinis inter tres variabiles pro confecta et omnibus numeris absoluta sit habenda, aliter res se habet, si quaestio agitur de quatuor vel pluribus variabilibus. Eulerus, qui aequationes inter tres variabiles, sive, quod perinde est, investigationem functionem duarum variabilium, ample pertractaverat, pro quatuor variabilibus pauca tantum exempla resolvit (l. c. p. 423 — 41), in quibus ipse non nisi prima elementa hujus scientiae contineri observat, et casum quinque variabilium ob penuriam materiae quae sunt viri summi verba p. 457.), ne attingere quidem voluit. Ipse deinceps La Grange (Mém. de Berl. 1774. 79.), aliique Analystae, veluti Monge (Mém. de Paris 1784, p. 556.), et le Gendre (l. c.), casus duntaxat valde limitatos in hoc genere contemplati sunt, qui quidem facile vel ad aequationes inter tres variabiles vel ad aequationes lineares reduci possunt, quam formam simplicissimam pro quotcunque variabilibus integrare docuerat La Grange (Mém. l. c.).

Quod si quidem methodum modo antea laudatum La Grangianam, aequationes differentiarum partialium inter tres variabiles generatim et complete integrandi, ad plures variabiles extendere conemur, mox ad inextricabiles difficultates delabimur: unde forte accidit, ut Analystae hactenus (quantum equidem sciam) hanc applicationem nondum tentaverint. Quibus permotus difficultatibus equidem satius duxi, totam aequationes differentiarum partialium considerandi rationem, ex qua methodus La Grangiana originem duxit, deserere, atque aliud principium in auxilium vocare, ex quo, etiam si per se simplicissimo, hactenus tamen istae aequationes nondum consideratae fuerunt, quodque revera, nisi cum aliis subsidiis jungeretur, parum esset frugiferum. Aequationes nimirum differentiarum partialium contemplari licet tanquam aequationes differentiales vulgaris generis truncatas inter plures variabiles, quam quae principaliter occurrunt, ipsis scilicet quotientibus differentialibus (p, q, etc.) variabilium loco habitis, quarum differentialia (dp, dq, ..) ideo desunt, quoniam ea in zero ducta esse censentur. Ita aequatio $dz = p\,dx + q\,dy = p\,dx + q\,dy + o.\,dp$ est aequatio inter quatuor variabiles x, y, z, p; q enim est quantitas a reliquis quatuor quantitatibus, ex hypothesi, data ratione dependens. Sic in genere aequatio differentiarum partialium inter m variabiles considerari potest tanquam aequatio differentialis vulgaris inter $2m - 2$ variabiles, si m variabilibus principalibus (z, x, y, ...) adjiciantur $m - 2$ variabiles accessoriae (p, q, ...), cum oc-

currant $m - 1$ quotientes differentiales, quorum autem unus, per reliquos quantitates datus, non in computum venit. Jam vero Mongius (l. c.) jam pridem docuit, contra opinionem antea vulgo receptam, aequationes differentiales, quae criteriis sic dictis integrabilitatis haud satisfaciant, haud pro absurdis habendas esse, sed potius easdem revera integrationem admittere, modo non per unam aequationem finitam, verum per systema plurium aequationum c). Quae egregia observatio si in nostro problemate adhibeatur, considerandum est, quod solutio aequationis differentiarum partialium essentialiter exigat expressionem unius variabilium principalium per reliquas. Quare variabiles accessoriae (p, q, etc.) in computum ingressae iterum sunt eliminandae; quarum numerus cum sit $m - 2$, numerus aequationum, quarum systemate integratio continetur, non major esse debet quam $m - 1$; quod cum ita fuerit, ex his $m - 1$ aequationibus eliminando variabiles accessorias remanet aequatio finalis inter ipsas variabiles principales. At in hoc ipso cardo difficultatis versatur. Namque sicuti evidens est, aequationem differentialem inter tres variabiles per systema duarum aequationum finitarum semper esse integrabilem, ita haud difficulter intelligitur, idemque a Mongio explicatum est (l. c. p. 533. 34.), aequationem differentialem inter n variabiles regulariter, salvis exceptionibus singularibus, per systema $n - 1$ aequationum integrari posse. Itaque in nostro casu loco desideratarum $m - 1$ aequationum nancisceremur $2m - 3$ aequationes integrales, i. e. justo plures, quibus finem propositum neutiquam assequi liceret. Sic igitur nostra aequationes differentiarum partialium considerandi ratio sterilis omnino foret, neque aliud quidquam suppeditare videretur, quam reductionem problematis simplicioris ad problema magis complicatum. Etenim quanquam aequationes differentiarum partialium rite considerentur tanquam aequationes differentiales vulgares, ex altera tamen parte hae posteriores longe latius patent, et contra illae harum formam tantum simplicissimam ostendunt. Quare opinio veri aliqua specie haud carere videretur, quod forma simplicissima ceu casus singularis exceptus per systema pauciorum aequationum integrari

c) Haud congrua sunt, quae Eulerus de aequationibus differentialibus inter tres variabiles criterio integrabilitatis non respondentibus statuit, „quod eae sint absurdae, nihil plane significantes, quodque de earum integratione ne cogitari quidem possit (l. c. p. 7. 8.). Acute observat Monge (Mém. de Paris 1784. p. 535.): Ce qu'il y avoit d'absurde, c'étoit que leurs intégrales pussent être exprimées par une seule équation.“



queat, quam forma generalis [d]). Attamen rem secus se habere, accuratior consideratio aequationum differentialium vulgarium inter quotcunque variabiles me docuit, sicque perveni ad propositionem novam et mihi quidem inexpectatam, quod quaevis aequatio differentialis vulgaris primi ordinis inter $2n$ et $2n-1$ variabiles semper per systema n aequationum (vel paucorum) integrari possit. Ex qua propositione generali, quae naturam istarum aequationum hactenus etiam post laudatam Mongii observationem haud satis perspectam magis illustrare videtur, sponte quoque consequitur, ceu corollarium particulare, solutio aequationum differentiarum partialium inter quotcunque variabiles completa.

Quae hactenus universe adumbrata clariorem lucem accipient, si ea primum ad casum simplicissimum, scilicet aequationes differentiarum partialium inter tres variabiles, applicemus. Etenim quanquam hoc problema jam a La Grangio solutum sit, ipsa tamen expositio inventoris (Leçons l. c.) a dubiis non omnino libera, novaque egregiae hujus solutionis deductio et illustratio haud prorsus superflua esse videtur, quae quidem abstrahendo a criterio sic dicto integrabilitatis, nec aliunde supposita jam integratione aequationum linearium, transformatione tantum simplici aequationis propositae generalis breviter absolvitur: in qua porro deductione phaenomenon singulare, La Grangii sagacitate detectum, ab ipso tantum ad enodandam difficultatem solutioni adhaerentem in auxilium vocatum, quodque accessorium ac veluti accidentale videri poterat, jam directe et principaliter investigatum, atque ex ipsis calculi fontibus haustum pro fundamento totius solutionis aequationum differentiarum partialium inter tres variabiles ponitur.

§. 2.

Priusquam autem rem ipsam aggrediamur, praemonendum est, in omni hac disquisitione supponi tanquam cognitam integrationem aequationum differentialium inter duas variabiles, quam saltem per approximationem ope serierum in potestate esse constat. Quae quidem integratio ab omnibus Analystis, qui aequationes differentiarum partialium tractarunt, postulatur [e]). At vero

d) Dari casus exceptos, ipse Mongius observat l. c. p. 534. „Le nombre des équations intégrales n'est pas toujours, comme dans le cas précédent, égal au nombre des variables diminué d'une unité.

e) Euler Calc. Integr. Vol. III. p. 34. „in hoc negotio, quoties resolutionem ad aequationem differentialem inter duas variabiles reducere licet, problema pro resoluto erit habendum" cf. p. 67. Idem observat La Grange Mém. de Berlin 1779. p. 153.



vero huc non tantum pertinet casus vulgo notus, quo datur una aequatio inter duas variabiles, verum etiam casus complicatior, quo duae, tres etc. in genere n aequationes conjunctim integrandae inter tres, quatuor . . vel $n+1$ variabiles dantur. Nota sunt, quae Alembertus aliique Analystae de hujusmodi integrationibus docuerunt. Sufficiat, hic breviter ostendere, id, quod alii auctores non satis generaliter illustrarunt, cujusque in sequentibus frequens erit usus, quod tales integrationes semper ad integrationem unius aequationis inter duas variabiles revocari possint.

Sint propositae n aequationes differentiales primi ordinis inter $n+1$ variabiles $z, \overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \ldots \overset{n}{x}$ sub hac forma, ad quam semper eas revocare licet:

$$1)\; d\overset{1}{x} = \overset{1}{X} dz$$

$$2)\; d\overset{2}{x} = \overset{2}{X} dz$$

$$3)\; d\overset{3}{x} = \overset{3}{X} dz$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$n)\; d\overset{n}{x} = \overset{n}{X} dz,$$

ubi quantitates $\overset{1}{X}, \overset{2}{X}, \ldots \overset{n}{X}$ dato utcunque modo pendent ab ipsis variabilibus $z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n}{x}$; tum his aequationibus inferuntur relationes inter istas $n+1$ variabiles, ex quibus una variabili pro principali assumta, reliquas ab illa dependentes tanquam ejusdem functiones considerare licet. Differentiando aequationem primam, dz tanquam differentiale constans assumendo, prodit $d^2\overset{1}{x} = d\overset{1}{X}.dz$. Est autem differentiale completum τοῦ $\overset{1}{X}$, tanquam functionis explicitae plurium quantitatum, hujus formae: $d\overset{1}{X} = M d\overset{1}{x} + N d\overset{2}{x} + \ldots$, quod, substituendo valores τῶν $d\overset{1}{x}, d\overset{2}{x}, d\overset{3}{x}, \ldots$ ex ipsis aequationibus datis, praebet $d\overset{1}{X} = P dz$, unde fit $d^2\overset{1}{x} = P dz^2$, ubi P itidem est functio data variabilium $z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n}{x}$. Simili modo hanc aequationem rursus differentiando, provenit $d^3\overset{1}{x} = Q dz^3$; quas differentiationes continuando tandem

differentiale n^{tum} prodit $d^n\overset{1}{x} = S\,dz^n$. Quod si nunc concipiatur, ex his n aequationibus

$$1)\; d\overset{1}{x} = \overset{1}{X}dz$$

$$2)\; d^2\overset{1}{x} = P\,dz^2$$

$$3)\; d^3\overset{1}{x} = Q\,dz^3$$

$$\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot$$

$$n)\; d^n\overset{1}{x} = S\,dz^n$$

$n-1$ variabiles $\overset{2}{x}, \overset{3}{x}, \ldots \overset{n}{x}$ eliminatas esse, prodibit aequatio differentialis n^{ti} gradus, quae tantum duas variabiles $\overset{1}{x}$ et z involvit. Cujus integratio completa praebet $\overset{1}{x}$ tanquam functionem cognitam variabilis z, in quam ingredientur praeterea n constantes arbitrariae a, b, c, ... Ipsas deinceps reliquas variabiles $\overset{2}{x}, \overset{3}{x}, \ldots \overset{n}{x}$, tanquam functiones itidem cognitas variabilis z, earundemque constantium a, b, c, ..., considerari posse, ex ipsa praedicta eliminatione, valores istarum variabilium suppeditante, manifestum est.

Ceterum dantur casus, quibus integratio plurium aequationum differentialium, conjunctim locum habentium, facilius, quam modo generali hic breviter adumbrato, perfici potest.

§. 3.

Problema I.

Aequationem differentiarum partialium inter tres variabiles complete integrare.

Solutio.

Cum in aequatione $dz = p\,dx + q\,dy$, relatione data inter q, p, x, y, z, nil inferatur quam determinatio τῦ q per p, x, y, z, quantitas p restat indeterminata, hincque istam aequationem ceu aequationem differentialem inter quatuor variabiles z, x, y, et p considerare licet. Jam loco quantitatum z, x, p, alias tres quantitates a, b, c, introducere licet, dum pro z, x, p, pro lubitu assumantur functiones τῶν y, a, b, c. Quomodocunque enim se habeant quantitates z, x et p, (quarum relatio adhuc incognita est), et qualitercunque acci-

piantur praedictae functiones, semper concipi possunt tres valores τῶν a, b, c, qui assumtis tribus aequationibus valores τῶν z, x, p per y, a, b, c exprimentibus satisfaciant. Qua quidem ratione aequatio proposita $dz = p\,dx + q\,dy$ generatim transformabitur in aliam aequationem inter quatuor variabiles y, a, b, c. Jam vero istae functiones substituendae ita sunt definiendae, ut tam y, quam dy ex calculo exeant: tum enim prodibit aequatio inter tres variabiles a, b, c, quam sponte per systema duarum aequationum integrare, sicque (uti in introductione §. 1. observatum est), finem propositum assequi licet.

Cum x, z, et p concipiantur esse functiones τῶν y, a, b, c, earum differentialia sequenti modo exprimi possunt:

$$dx = X\,dy + \chi\,da + \chi'\,db + \chi''\,dc,$$
$$dz = Z\,dy + \zeta\,da + \zeta'\,db + \zeta''\,dc,$$
$$dp = P\,dy + \varpi\,da + \varpi'\,db + \varpi''\,dc;$$

ubi perinde est, sive X, χ, χ', χ''; $Z, \ldots \zeta''$; $P, \ldots \varpi''$, explicite ab y, a, b, c sive implicite ab y, x, z, p pendere censeantur. Cum porro detur relatio inter q, p, x, y, z, concipi potest quantitas q expressa per p, x, y, z, quo facto, ejus differentiale hanc nanciscetur formam: $dq = q'\,dx + q''\,dy + q'''\,dz + q''''\,dp$, ubi q', q'', q''', q'''', pro datis functionibus τῶν x, y, z, p haberi possunt.

Quibus praemissis aequatio proposita

$$dz = p\,dx + q\,dy$$

hanc induit formam:

$$o = \left.\begin{matrix} Z \\ -pX \\ -q \end{matrix}\right| dy + \left.\begin{matrix} \zeta \\ -p\chi \end{matrix}\right| da + \left.\begin{matrix} \zeta' \\ -p\chi' \end{matrix}\right| db + \left.\begin{matrix} \zeta'' \\ -p\chi'' \end{matrix}\right| dc.$$

Jam ut dy ex haec aequatione exeat, ponendum est

1) $Z = pX + q$

tum superest aequatio:

$$o = da + \frac{\zeta' - p\chi'}{\zeta - p\chi}\,db + \frac{\zeta'' - p\chi''}{\zeta - p\chi}\,dc.$$

Deinde ut haec aequatio etiam ab ipsa quantitate y libera fiat, coefficientes $\dfrac{\zeta' - p\chi'}{\zeta - p\chi}$, $\dfrac{\zeta'' - p\chi''}{\zeta - p\chi}$, qui generatim ab y, a, b, c, pendent, respectu τοῦ y constantes esse debent, hincque tales, ut eorum differentialia secundum y accepta

evanescant [f]). Quod si autem $d^y\left(\frac{M}{N}\right)$ ponatur $= o$, erit $N d^y M - M d^y N = o$, sive $\frac{d^y M}{M} = \frac{d^y N}{N}$. Hinc esse debet

$$\frac{d^y(\zeta - p\chi)}{\zeta - p\chi} = \frac{d^y(\zeta' - p\chi')}{\zeta' - p\chi'} = \frac{d^y(\zeta'' - p\chi'')}{\zeta'' - p\chi''}.$$

Est autem $d^y(\zeta - p\chi) = d^y\zeta - p\,d^y\chi - \chi\,d^y p$; porro ex theoremate notissimo de differentialibus functionum plurium variabilium, cum sint x, et z functiones τῶν y, a, b, c, erit $d^y\zeta = d^a Z$, $d^y\chi = d^a X$; hinc

$$d^y\zeta - p\,d^y\chi = d^a Z - p\,d^a X = d^a(Z - pX) + X d^a p$$
$$= d^a q + X d^a p, \text{ ob } Z - pX = q.$$

Inde prodit $d^y(\zeta - p\chi) = d^a q + X d^a p - \chi d^y p$.

Jam vero est $d^a q = q' d^a x + q'' d^a y + q''' d^a z + q'''' d^a p$,
vel ob $d^a x = \chi$, $d^a y = o$, $d^a z = \zeta$, $d^a p = \pi$, erit $d^a q = q'\chi + q'''\zeta + q''''\pi$;
cum praeterea sit $d^y p = P$, prodit $d^y(\zeta - p\chi) =$

$$\left.\begin{matrix} q' \\ -P \end{matrix}\right|\chi + q'''\zeta + \left.\begin{matrix} q'''' \\ +X \end{matrix}\right|\pi, \text{ vel } \frac{d^y(\zeta - p\chi)}{\zeta - p\chi} = \frac{q'''\zeta + \left.\begin{matrix} q' \\ -P \end{matrix}\right|\chi + \left.\begin{matrix} q'''' \\ +X \end{matrix}\right|\pi}{\zeta - p\chi}.$$

Simili modo prodeunt quotientes $\frac{d^y(\zeta' - p\chi')}{\zeta' - p\chi'}$, $\frac{d^y(\zeta'' - p\chi'')}{\zeta'' - p\chi''}$, permutando tantum in expressione inventa ζ, X cum ζ', χ'; ζ'', χ''. Jam evidens est, conditionem praedictam adimpleri, sive tres quotientes aequales fieri, si ponatur

$$2)\quad q'''' + X = o$$
$$3)\quad q' - P = -pq''';$$

tum enim tres isti quotientes abeunt in q'''.

Hinc prodit $X = -q''''$
$$P = q' + pq'''$$

Unde invenitur ex aequatione (1)

$$Z = pX + q = q - pq''''.$$

f) Si quantitas ω a pluribus aliis pendens, secundum unam earum e, g, y differentietur, ceteris constantium instar habitis, tum $\frac{d\omega}{dy}$ brevitatis caussa designo per $d^y\omega$.

Quibus igitur valoribus pro X, Z, P suppositis, aequatio transformata tres tantum variabiles a, b, c cum earundem differentialibus continebit. Ita quidem X, Z, P per x, z, p, y dantur, quoniam q, q', q''', q'''', datae sunt functiones harum quantitatum. Quare si in formulis supra assumtis pro dx, dz, dp, quantitates a, b, c constantium instar tractentur, ex tribus aequationibus differentialibus:

$$dx = X dy = -q'''dy$$
$$dz = Z dy = (q - pq'''') dy$$
$$dp = P dy = (q' + pq'') dy$$

valores τῶν x, z, p, per y integrando exprimi poterunt (§. 2.). Quae expressiones cum ex supra (§. 2.) demonstratis tres quantitates constantes arbitrarias α, β, γ, involvant, quantitates x, z, p etiam ceu functiones τῶν α, β, γ praeter y considerare licet; tumque differentialia completa dx, dz, dp, dum quoque α, β, γ, variabilium instar tractantur, sponte ipsas formas assumtas induent: ubi nunc pro α, β, γ poni posse a, b, c evidens est. Sic igitur tres illas aequationes differentiales integrando revera pro x, z, p, tales functiones τῶν y, a, b, c inventae sunt, quibus substitutis aequatio proposita $dz = pdx + qdy$ transformatur in aequationem tres tantum variabiles a, b, c involventem hujus formae: $da + Bdb = Cdc$, ubi jam B, C pro functionibus cognitis τῶν a, b, c, habenda sunt.

Restat nunc, ut ostendatur, quomodo haec aequatio per systema duarum aequationum integrari possit. Considerata c tanquam constante, integretur aequatio $da + Bdb = 0$, sive, (quod concessa hac integratione semper in potestate esse facile demonstratur), inveniatur multiplicator M, qui formulam $da + Bdb$ aequalem faciat differentiali functionis duarum variabilium a, b. Sit porro haec functio $= N$, tum erit

1) $N = \varphi c$

denotante φc functionem arbitrariam quantitatis c, quae functio, si c est constans, ipsa etiam constantis locum sustinet. At cum tam multiplicator M, quam integrale N praeter a, b etiam contineat quantitatem c, constantis instar habitam, erit completum differentiale τοῦ N, c etiam tanquam variabilem tractando, $dN = Mda + MBdb + \frac{dN}{dc} \cdot dc$, ubi cum N sit functio cognita τῶν a, b, c, etiam $\frac{dN}{dc} = N'$ talis erit functio. Inde complete dif-

ferentiando aequationem $N = \Phi c$, prodit

$$Mda + MBdb + N'dc = dc.\Phi' c.$$

Est autem $Mda + MBdb = MCdc$, hinc fit

$$2)\ MC + N' = \Phi' c.$$

Haec igitur aequatio combinata cum priore (1) praebet integrale completum aequationis inter tres variabiles $da + Bdb = Cdc$.

Quae jam facile ad integrationem aequationis nostrae differentiarum partialium transferri possunt. Quum nimirum z, x, p dentur per y, a, b, c, ope trium aequationum differentialium auxiliarium, vice versa a, b, c considerari possunt tanquam functiones datae τῶν z, x, p, y; sicque etiam M et N tales erunt functiones. Hinc aequationes (1) et (2) duas relationes inferunt inter quatuor quantitates z, x, p, y; unde, si concipiatur eliminata quantitas p, prodit relatio quaesita inter z, x, y. Haec integratio pro completa est habenda, cum ea complectatur functionem arbitrariam signo Φ denotatam.

Denotemus hic et in sequentibus signis $F, \overset{1}{F}, \overset{2}{F}, \overset{3}{F}, \ldots$; porro $f, \overset{1}{f}, \overset{2}{f}, \overset{3}{f} \ldots$ functiones cognitas unius vel plurium variabilium; signo ψ autem (vel Φ) functionem arbitrariam; porro exprimamus $\frac{dfx}{dx}$ per $f'x$, et pro functionibus plurium variabilium, $\frac{df(x, y, z, ..)}{dx}$ vel $d^x f(x, y, z..)$ per $f'x$; $d^y f(x, y, z...)$ per $f'y$; $d^z f(x, y, z...)$ per $f'z$, etc. quam quidem commodam notationem La Grangius in Lectionibus adhibuit (p. 53.).

Quibus praemissis integratio inventa semper sub hac forma exhiberi poterit:

$$1)\ F(z, y, x, p) = \psi[f(z, y, x, p)]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(z, y, x, p) = \psi'[f(z, y, x, p)];$$

ubi vix opus est ut moneam, sub signo ψ, functionem signo f denotatam unius quantitatis vicem sustinere, et hoc sensu signum ψ' intelligendum esse.

§. 4.

Aequatio generalis inter quatuor variabiles z, x, y, p haec est:

$$dz = Pdx + Qdy + Rdp,$$

ubi P, Q, R quascumque functiones datas ipsarum variabilium z, x, y, p denotant. Hujus formae, aequatio priori §. considerata casum tantum particularem sistit, duplici respectu limitatum, primo quod sit $R = 0$, deinde quod functio P, generatim per quatuor variabiles utcunque data, uni variabili p

aequalis sumatur. Nihilominus tamen forma etiam ista generalis ad tres variabiles revocari, sicque per systema simile duarum aequationum integrari potest. Quod quidem sequenti problemate ostendetur.

Problema II.

Aequationem differentialem primi ordinis quamcunque inter quatuor variabiles z, x, y, p, $dz = Pdx + Qdy + Rdp$, denotantibus P, Q, R quascunque functiones datas istarum variabilium, in aequationem inter tres variabiles transformare, eandemque per systema duarum aequationum integrare.

Solutio.

Ad analogiam praecedentis solutionis substituere licet pro x, y, p functiones variabilis z et aliarum trium quantitatum a, b, c. Sic aequatio transformatur in aliam inter z, a, b, c. Jam istae functiones hac lege sunt definiendae, ut ex aequatione hac transformata exeant z et dz.

Differentialia quantitatum x, y, p, tanquam functionum τῶν z, a, b, c, sequenti ratione exprimantur:

$$dx = Xdz + \chi da + \chi' db + \chi'' dc$$
$$dy = Ydz + \eta da + \eta' db + \eta'' dc$$
$$dp = \Pi dz + \pi da + \pi' db + \pi'' dc.$$

Porro cum sint P, Q, R, functiones datae τῶν z, x, y, p, earum differentialia hanc formam habebunt:

$$dP = P'dx + P''dy + P'''dp + P''''dz$$
$$dQ = Q'dx + Q''dy + Q'''dp + Q''''dz$$
$$dR = R'dx + R''dy + R'''dp + R''''dz,$$

ubi $P', \ldots P''''$; $Q', \ldots Q''''$; $R', \ldots R''''$; itidem sunt functiones datae praedictarum quantitatum. Jam aequatio proposita in hanc abit:

$$o = \left.\begin{matrix} PX \\ +QY \\ +R\Pi \\ -1 \end{matrix}\right| dz + \left.\begin{matrix} P\chi \\ +Q\eta \\ +R\pi \end{matrix}\right| da + \left.\begin{matrix} P\chi' \\ +Q\eta' \\ +R\pi' \end{matrix}\right| db + \left.\begin{matrix} P\chi'' \\ +Q\eta'' \\ +R\pi'' \end{matrix}\right| dc$$

Hinc coefficientem τῦ dz = o posito prodit:

1) $1 = PX + QY + R\Pi$

Restat igitur aequatio:

$$o = da + \frac{P\chi' + Q\eta' + R\pi'}{P\chi + Q\eta + R\pi} db + \frac{P\chi'' + Q\eta'' + R\pi''}{P\chi + Q\eta + R\pi} dc.$$

Jam ut coefficientes τῶν db, dc, a z liberi fiant, eorundem differentialia secun-

dum z accepta, quantitatibus a, b, c, constantium instar habitis, $= 0$ ponenda sunt. Hinc uti §. praecedente debet esse

$$\frac{d^z(P\chi + Q\eta + R\pi)}{P\chi + Q\eta + R\pi} = \frac{d^z(P\chi' + Q\eta' + R\pi')}{P\chi' + Q\eta' + R\pi'} = \frac{d^z(P\chi'' + Q\eta'' + R\pi'')}{P\chi'' + Q\eta'' + R\pi''}.$$

Est autem $d^z(P\chi + Q\eta + R\pi) = \begin{cases} P\,d^z\chi + Q\,d^z\eta + R\,d^z\pi \\ +\chi\,d^zP + \eta\,d^zQ + \pi\,d^zR \end{cases}$

At vero ex nota differentiationis functionum lege est

$$d^z\eta = d^aY,\ d^z\chi = d^aX,\ d^z\pi = d^a\Pi, \text{ hinc}$$

$$P\,d^z\chi + Q\,d^z\eta + R\,d^z\pi = P\,d^aX + Q\,d^aY + R\,d^a\Pi =$$
$$d^a(PX + QY + R\Pi) - X\,d^aP - Y\,d^aQ - \Pi\,d^aR = -X\,d^aP - Y\,d^aQ - \Pi\,d^aR,$$

ob $PX + QY + R\Pi = 1$. Inde fit

$$d^z(P\chi + Q\eta + R\pi) = -X\,d^aP - Y\,d^aR - \Pi\,d^aR + \chi\,d^zP + \eta\,d^zQ + \pi\,d^zR.$$

Est porro $d^aP = P'd^ax + P''d^ay + P'''d^ap + P''''d^az = P'\chi + P''\eta + P'''\pi$; simili modo $d^aQ = Q'\chi + Q''\eta + Q'''\pi$; $d^aR = R'\chi + R''\eta + R'''\pi$; praeterea est $d^zP = P'd^zx + P''d^zy + P'''d^zp + P'''' =$
$P'X + P''Y + P'''\pi + P''''$; et $d^zQ = Q'X + Q''Y + Q'''\pi + Q''''$,
$d^zR = R'X + R''Y + R'''\Pi + R''''$.

Quibus substitutis prodit $d^z(P\chi + Q\eta + R\pi) =$

$$\begin{array}{r|r|r|l} P'X & \chi + Q'X & \eta + R'X & \pi, \\ +P''Y & +Q''Y & +R''Y & \\ +P'''\Pi & +Q'''\Pi & +R'''\Pi & \\ +P'''' & +Q'''' & +R'''' & \\ -XP' & -XP'' & -XP''' & \\ -YQ' & -YQ'' & -YQ''' & \\ -\Pi R' & -\Pi R'' & -\Pi R''' & \end{array}$$

et $\dfrac{d^z(P\chi + Q\eta + R\pi)}{P\chi + Q\eta + R\pi} =$

$$\frac{\begin{array}{r|r|r|l} (P'' - Q')Y & \chi + (Q' - P'')X & \eta + (R' - P''')X & \pi \\ +(P''' - R')\Pi & +(Q''' - R'')\Pi & +(R'' - Q''')Y & \\ +P'''' & +Q'''' & +R'''' & \end{array}}{P\chi + Q\eta + R\pi.}$$

Hinc

Hinc permutando χ, η, π cum χ', η', π'; χ'', η'', π'', prodibunt reliqui duo quotientes $\frac{d^2(P\chi' + Q\eta' + R\pi')}{P\chi' + Q\eta' + R\pi'}$, $\frac{d^2(P\chi'' + Q\eta'' + R\pi'')}{P\chi'' + Q\eta'' + R\pi''}$.

Qui tres quotientes inviccm erunt aequales, quippe a χ, η, π independentes, si ponatur

$$2)\ Q[(P'' - Q')Y + (P''' - R')\Pi + P'''']$$
$$= P[(Q' - P'')X + (Q''' - R'')\Pi + Q'''']$$
$$3)\ R[(P'' - Q')Y + (P''' - R')\Pi + P'''']$$
$$= P[(R' - P''')X + (R'' - Q''')Y + R''''],$$

Inde tres quantitates incognitae X, Y, Π his tribus aequationibus definiuntur:

$$1)\ 1 = PX + QY + R\Pi$$

$$2)\ PQ'''' - QP'''' + P(Q' - P'')X - Q(P'' - Q')Y + \left(\begin{matrix} PQ''' - PR'' \\ - QP''' + QR' \end{matrix}\right)\Pi = 0$$

$$3)\ PR'''' - RP'''' + P(R' - P''')X + \left(\begin{matrix} PR'' - PQ''' \\ - RP'' + RQ' \end{matrix}\right)Y - R(P''' - R')\Pi = 0$$

Sumendo ex (1) $PX = 1 - QY - R\Pi$, et substituendo in (2), (3), prodit

$$1)\ \left\{\begin{matrix} PQ'''' - QP'''' + \\ + Q' - P'' \end{matrix}\right. \left(\begin{matrix} PQ''' + QR' + RP'' \\ - QP''' - RQ' - PR'' \end{matrix}\right)\Pi = 0$$

$$2)\ \left\{\begin{matrix} PR'''' - RP'''' + \\ + R' - P''' \end{matrix}\right. \left(\begin{matrix} PR'' + Q'R + P'''Q \\ - RP'' - R'Q - PQ''' \end{matrix}\right)Y = 0.$$

Hinc tandem sequitur

$$\Pi = \frac{QP'''' - PQ'''' + P'' - Q'}{PQ''' - QP''' + QR' - RQ' + RP'' - PR''},$$

$$Y = \frac{PR'''' - RP'''' + R' - P'''}{PQ''' - P'''Q + QR' - Q'R + RP'' - PR''}.$$

Quibus valoribus substitutis, calculis rite subductis, fit

$$X = \frac{1 - QY - R\Pi}{P} = \frac{RQ'''' - QR'''' + Q'' - R''}{PQ''' - P'''Q + QR' - RQ' + RP'' - PR''}$$

Sic itaque X, Y, Π per functiones datas τῶν x, y, z, p exprimuntur.

Quodsi jam, uti in praecedenti problemate (§. 3.), in formulis as-

sumtis pro dx, dy, dp, quantitates a, b, c tanquam constantes considerentur, ex aequationibus

$$dx = X dz$$
$$dy = Y dz$$
$$dp = \Pi dz$$

x, y, p per z et tres constantes arbitrarias a, b, c integrando exprimere licet (§. 2.); earundemque deinde expressionum differentialia completa, dum etiam a, b, c variant, sponte in formas assumtas pro dx, dy, dp, abeunt. Sic igitur tres functiones desideratae τῶν z, a, b, c inventae sunt, quas pro x, y, q substituendo, aequatio differentialis proposita transformatur in novam aequationem inter tres tantum variabiles a, b, c. Quo autem pacto haec aequatio per systema duarum aequationum integrari possit, in praecedenti solutione (§. 3.) satis declaratum est.

Ceterum cum rursus, sicuti x, z, p per y, a, b, c dantur, ita vice versa a, b, c pro functionibus datis τῶν x, y, z, p haberi possint, sponte apparet, integrationem aequationis propositae $dz = P dx + Q dy + R dp$ per duas aequationes hujus formae exprimi:

$$1)\ F(x, y, p, z) = \psi[f(x, y, p, z)]$$
$$2)\ \overset{1}{F}(x, y, p, z) = \overset{1}{\psi}[\overset{1}{f}(x, y, p, z)]$$

ubi signa functionalia significatu supra explicato accipienda sunt.

§. 5.

Problema III.

Aequationem differentialem vulgarem primi ordinis inter quinque variabiles per systema trium aequationum integrare.

Solutio.

Sit aequatio proposita, inter quinque variabiles u, x, y, z, p, haec:

$$du = P dx + Q dy + R dz + S dp,$$

existentibus P, Q, R, S functionibus datis τῶν u, x, y, z, p. Fingamus, p esse constantem, tum aequatio abit in hanc: $du = P dx + Q dy + R dz$; quam tanquam aequationem inter quatuor variabiles[s]) per systema duarum aequationum ex praecedenti problemate (§. 4.) integrare licet. Quae integratio praebet:

s) Haec aequatio non tantum est quatuor terminorum, verum etiam consideranda est tanquam aequatio inter quatuor variabiles. Ceterum in omni hac disquisitione aequationes n terminorum, et n variabilium invicem distinguendae sunt.

$$1)\ F(x, y, z, u) = \psi\,[f(x, y, z, u)]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(x, y, z, u) = \overset{1}{\psi}\,[f(x, y, z, u)].$$

At cum in hac integratione supponatur quantitas p constans, eademque in coefficientibus P, Q, R occurrat, haec quantitas etiam in expressiones ab illis coefficientibus pendentes, signis $F, \overset{1}{F}, f$ denotatas, praeter x, y, z, u determinato modo ingredietur, sicque loco $F(x, y, z, u)$ poni debet $F(x, y, z, u, p)$, idemque de functionibus per signa $\overset{1}{F}$ et f notatis valet, quae erunt expressiones data ratione quinque quantitates x, y, z, u, p involventes. Porro cum functio signo ψ designata sit functio arbitraria, ea utcunque etiam quantitatem p involvere potest. Etenim functio $f(x, y, z, u, p)$ tanquam expressio analytica ex quantitatibus x, y, z, u, p dato modo composita, brevitatis gratia exprimatur una littera f, tum functionis arbitrariae ψf hanc formam fingere licet: $\psi f = \mathfrak{A} f^{\alpha} + \mathfrak{B} f^{\beta} + \mathfrak{C} f^{\gamma} + \ldots$ ubi coefficientes $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ etc. quaecunque constantes sunt, hincque praeter numeros absolutos sive revera constantes etiam quantitate ficta constante p quocunque modo affectae esse possunt. Sic autem expressio haec pro ψf nil aliud est quam forma generalis functionis duarum quantitatum f et p, indeque loco ψf poni debet $\psi(f, p)$. Quare praedictae duae aequationes casu a nobis supposito in has abeunt:

$$1)\ F(x, y, z, u, p) = \psi\,[f(x, y, z, u, p), p]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) = \overset{1}{\psi}\,[f(x, y, z, u, p)]$$

ubi signum $\overset{1}{\psi}$ secundum notationem La Grangianam supra §. 3. memoratam accipiendum est.

Quae binae aequationes necessariae quidem sunt ad integrationem completam aequationis differentialis propositae, cum haec sine ulla limitatione, hincque etiam pro constante p, valeat: at eaedem non solae sufficiunt, cum aequatio differentialis non tantum pro constante p obtinere debeat. Ad inveniendam tertiam aequationem, qua cum illis combinata integrale completum exhibeatur, prima aequatio differentianda est, ita ut etiam p instar variabilis tractetur. Tum fit, secundum notationem modo laudatam,

$$F'x\,.\,dx + F'y\,.\,dy + F'z\,.\,dz + F'u\,.\,du + F'p\,.\,dp = \psi' f\,.\,df + \psi' p\,.\,dp,$$

litteram f brevitatis gratia, uti antea dictum, adhibendo: inde ob

$$df = f'x\,.\,dx + f'y\,.\,dy + f'z\,.\,dz + f'u\,.\,du + f'p\,.\,dp,$$

et substituendo $\psi' f = F'(x, y, z, u, p)$ ex aequatione (2), fit

$$\begin{cases} F'x \,.\, dx + F'y \,.\, dy + F'z \,.\, dz + F'u \,.\, du + F'p \,.\, dp = \\ \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) \,.\, (f'x \,.\, dx + f'y \,.\, dy + f'z \,.\, dz + f'u \,.\, du + f'p \,.\, dp) + \psi' p \,.\, dp \end{cases}$$

vel $du = \mathfrak{P} dx + \mathfrak{Q} dy + \mathfrak{R} dz + \mathfrak{S} dp$, ubi

$$\mathfrak{P} = \frac{F'x - \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) \,.\, f'x}{f'u \,.\, \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) - F'u},$$

$$\mathfrak{Q} = \frac{F'y - \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) \,.\, f'y}{f'u \,.\, \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) - F'u},$$

$$\mathfrak{R} = \frac{F'z - \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) \,.\, f'z}{f'u \,.\, \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) - F'u},$$

$$\mathfrak{S} = \frac{F'p - \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) \,.\, f'p - \psi' p}{f'u \,.\, \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) - F'u}.$$

Functiones litteris F', f' denotatas itidem pro functionibus datis τῶν x, y, z, u, p, habendas esse, in aperto est. Jam vi integrationis ope praecedentis problematis inventae, posito p constante vel $dp = 0$, aequatio $du = \mathfrak{P} dx + \mathfrak{Q} dy + \mathfrak{R} dz$ consentire debet cum aequatione proposita $du = P dx + Q dy + R dz$. Inde aequationes $\mathfrak{P} = P$, $\mathfrak{Q} = Q$, $\mathfrak{R} = R$, identicae esse et pro quovis valore constantis arbitrariae p valere debent: ubi nunc perinde est, sive haec quantitas indeterminata tanquam variabilis, sive tanquam constans consideretur. Quare ut aequatio $du = \mathfrak{P} dx + \mathfrak{Q} dy + \mathfrak{R} dz + \mathfrak{S} dp$ cum aequatione proposita $du = P dx + Q dy + R dz + S dp$ ex omni parte conspiret, nil aliud requiritur, quam ut sit insuper $\mathfrak{S} = S$: unde prodit $F'p - \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) \,.\, f'p - \psi' p = S \,.\, [f'u \,.\, \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) - F'u)$, vel $\psi' p = F'p - \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) \,.\, f'p - S \,.\, f'u \,.\, \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) + S \,.\, F'u$.

Sic igitur etiam $\psi' p$ aequalis reperitur functioni datae τῶν x, y, z, u, p, quam littera $\overset{2}{F}$ notemus. Quare tandem integratio completa aequationis propositae systemate harum trium aequationum comprehenditur:

$$1)\ F(x, y, z, u, p) = \psi\,[f(x, y, z, u, p), p]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(x, y, z, u, p) = \psi\,[f(x, y, z, u, p)].$$

$$3)\ \overset{2}{F}(x, y, z, u, p) = \psi\, p.$$

§. 6.

Problema IV.

Aequationem differentiarum partialium inter quatuor variabiles u, z, x, y, complete integrare.

Solutio.

Sit $du = p\,dx + q\,dy + r\,dz$, tum data supponitur relatio inter tres quotientes differentiales $p = \frac{du}{dx}$, $q = \frac{du}{dy}$, $r = \frac{du}{dz}$, et quatuor variabiles u, x, y, z, ex qua quaeritur relatio inter has ipsas quatuor quantitates. Jam aequationem praedictam considerare licet tanquam aequationem inter sex variabiles u, x, y, z, p, q, per quas ipsas etiam r datur. Quam aequationem differentialem per systema trium aequationum finitarum integrare oportet, ex quibus deinceps eliminando p, q sponte prodit aequatio quaesita inter u, x, y, z. Quum vero in praecedenti problemate (§. 5) ostensum sit, quomodo aequatio differentialis vulgaris inter quinque variabiles per systema trium aequationum integrari queat, nil aliud nunc requiritur, quam ut aequatio proposita differentiarum partialium in aequationem differentialem vulgarem inter quinque variabiles transformetur. Quem in finem ponamus, uti supra §. 3. 4, pro u, x, y, p, q, substitui functiones quantitatis z, aliarunque quinque quantitatum a, b, c, e, f, quarum functionum differentialia hanc formam habebunt:

$$dx = X\,dz + \chi\,da + \chi'\,db + \chi''\,dc + \chi'''\,de + \chi''''\,df$$
$$dy = Y\,dz + \eta\,da + \eta'\,db + \eta''\,dc + \eta'''\,de + \eta''''\,df$$
$$du = U\,dz + \upsilon\,da + \upsilon'\,db + \upsilon''\,dc + \upsilon'''\,de + \upsilon''''\,df$$
$$dp = P\,dz + \pi\,da + \pi'\,db + \pi''\,dc + \pi'''\,de + \pi''''\,df$$
$$dq = Q\,dz + q\,da + q'\,db + q''\,dc + q'''\,de + q''''\,df.$$

Cum porro ex relatione data r exprimere liceat per x, y, z, u, p, q, ejus differentiale hanc formam induet:

$$dr = r'\,dx + r''\,dy + r'''\,dz + r^{IV}\,du + r^{V}\,dp + r^{VI}\,dq,$$

ubi $r', r'', \ldots r^{VI}$ sunt functiones datae illarum sex quantitatum. Quibus praemissis aequatio proposita $du = p\,dx + q\,dy + r\,dz$ in hanc abit:

$$o = \left.\begin{array}{r} pX \\ +qY \\ +r \\ -U \end{array}\right| dz + \left.\begin{array}{r} p\chi \\ +q\eta \\ -\upsilon \end{array}\right| da + \left.\begin{array}{r} p\chi' \\ +q\eta' \\ -\upsilon' \end{array}\right| db + \left.\begin{array}{r} p\chi'' \\ +q\eta'' \\ -\upsilon'' \end{array}\right| dc + \left.\begin{array}{r} p\chi''' \\ +q\eta''' \\ -\upsilon''' \end{array}\right| de + \left.\begin{array}{r} p\chi^{IV} \\ +q\eta^{IV} \\ -\upsilon^{IV} \end{array}\right| df.$$

Quo nunc ex hâc aequatione tam dz quam z exeant, ponendum est

1) $U = pX + qY + r;$

deinde esse debet $\dfrac{d^z(p\chi + qy - \upsilon)}{p\chi + qy - \upsilon} = \dfrac{d^z(p\chi' + qy' - \upsilon')}{p\chi' + qy' - \upsilon'} = \dfrac{d^z(p\chi'' + qy'' - \upsilon'')}{p\chi'' + qy'' - \upsilon''}$

$$= \frac{d^z(p\chi''' + qy''' - \upsilon''')}{p\chi''' + py''' - \upsilon'''} = \frac{d^z(p\chi^{IV} + qy^{IV} - \upsilon^{IV})}{p\chi^{IV} + qy^{IV} - \upsilon^{IV}}.$$

Evolvere igitur oportet $d^z(p\chi + qy - \upsilon)$, ita ut in differentiatione sola z ceu variabilis tractetur, a, b, c, e, f pro constantibus habitis. Est autem

$d^z(p\chi + qy - \upsilon) = pd^z\chi + qd^zy - d^z\upsilon + \chi d^zp + yd^zq$

Pars prior $pd^z\chi + qd^zy - d^z\upsilon$ est

$= pd^zX + qd^zY - d^zU = d^z(pX + qY - U) - Xd^zp - Yd^zq$

$= -d^z\upsilon - Xd^zp - Yd^zq$, vi aequationis (1). At vero est $d^zp = \pi$, $d^zq = q$, $d^zr = r'd^zx + r''d^zy + r^{IV}d^zu + r^Vd^zp + r^{VI}d^zq$
$= r'\chi + r''\eta + r^{IV}\upsilon + r^Vp + r^{VI}q$; $d^zp = P$, $d^zq = Q$. Hinc fit

$d^z(p\chi + q\eta - \upsilon)$

$$= \left.\begin{array}{r} -r' \\ +P \end{array}\right| \chi \left.\begin{array}{r} -r'' \\ +Q \end{array}\right| \eta - r^{IV}.\upsilon \left.\begin{array}{r} -r^V \\ -X \end{array}\right| \pi \left.\begin{array}{r} -r^{VI} \\ -Y \end{array}\right| q,$$

et $$\frac{d^z(p\chi + q\eta - \upsilon)}{p\chi + q\eta - \upsilon} = \frac{r^{IV}.\upsilon \left.\begin{array}{r} +r' \\ -P \end{array}\right| \chi \left.\begin{array}{r} +r'' \\ -Q \end{array}\right| \eta \left.\begin{array}{r} +r^V \\ +X \end{array}\right| \pi \left.\begin{array}{r} +r^{VI} \\ +Y \end{array}\right| q}{\upsilon - p\chi - q\eta}.$$

Permutando χ, η, υ, cum $\chi' \eta' \upsilon'$; $\chi'', \eta'', \upsilon''$; $\chi''', \eta''', \upsilon'''$; $\chi^{IV}, \eta^{IV}, \upsilon^{IV}$, reliqui quatuor quotientes prodeunt. Qui omnes erunt inter se et primo aequales, quippe a υ, χ, η independentes, si ponatur

2) $r^V + X = o$

3) $r^{VI} + Y = o$

4) $r' - P = -pr^{IV}$

5) $r'' - Q = -qr^{IV}$

Hinc prodit 1) $X = -r^V$;

2) $Y = -r^{VI}$

$$3)\ P = r' + pr^{IV}$$

$$4)\ Q = r'' + qr^{IV}$$

Unde tandem sequitur $5)\ U = pX + qY + r$
$$= r - pr^{V} - qr^{VI}$$

Sic igitur quantitates X, Y, U, P, Q pro functionibus datis τῶν x, y, z, u, p, q haberi possunt. Quod si nunc in formulis differentialibus assumtis a, b, c, e, f, constantium instar tractentur, ex aequationibus differentialibus auxiliaribus:

$$1)\ dx = -r^{V}dz$$

$$2)\ dy = -r^{VI}dz$$

$$3)\ du = (r - pr^{V} - qr^{VI})dz$$

$$4)\ dp = (r' + pr^{IV})dz$$

$$5)\ dq = (r'' + pr^{IV})dz$$

ope integrationis (§. 2.) x, y, u, p, q, per z et quinque quantitates constantes arbitrarias a, b, c, e, f exprimere licet: quarum deinceps expressionum differentialia completa, ipsas has quantitates pro variabilibus habendo, formas assumtas sponte recipient. Quos itaque valores pro x, y, u, p, q in aequatione proposita $du = pdx + qdy + rdz$ substituendo, ea abibit in aequationem, quae, exclusa z, quinque tantum quantitates a, b, c, e, f, earumque differentialia continebit. Hujus autem aequationis transformatae integratio ex problemate praecedente (§. 5.) his tribus aequationibus comprehenditur:

$$1)\ F(a, b, c, e, f) = \psi\,[f(a, b, c, e\,f), f]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(a, b, c, e, f) = \psi'\,[f(a, b, c, e, f)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(a, b, c, e, f) = \psi f.$$

Jam vero, sicuti x, y, u, p, q dato modo a z, a, b, c, e, f pendent, ita vice versa quantitates a, b, c, e, f, per z, x, y, u, p, q expressas esse concipere licet. Quare functiones $F, \overset{1}{F}, \overset{2}{F}$, et f ceu functiones datae τῶν z, x, y, u, p, q considerandae sunt, nec non ipsa quantitas f talis erit functio, quam signo functionali $\overset{1}{f}$ notemus. Sic igitur integratio completa aequationis propositae differentiarum partialium inter quatuor variabiles systemate trium aequationum hujus formae exhibebitur:

$$1)\ F(x, y, z, u, p, q) = \psi\,[f(x, y, z, u, p, q), \overset{1}{f}(x, y, z, u, p, q)]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(x,y,z,u,p,q) = \psi\,[f(x,y,z,u,p,q)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(x,y,z,u,p,q) = \psi\,[\overset{1}{f}(x,y,z,u,p,q)],$$

ex quibus, si concipiantur eliminatae quantitates p, q, prodit aequatio quaesita inter x, y, z, u. Quae porro integratio, cum functionem arbitrariam duarum quantitatum complectatur, pro completa est habenda.

§. 7.

Problema V.

Aequationem differentialem vulgarem inter sex variabiles per systema trium aequationum finitarum integrare.

Solutio.

Cum aequatio differentialis inter quinque variabiles ex problemate tertio per systema trium aequationum integrabilis sit, ostendendum est, aequationem differentialem inter sex variabiles in aliam transformari posse, quae quinque tantum variabiles earumque differentialia comprehendat. Sit aequatio proposita inter sex variabiles u, x, y, z, p, q haec:

$du = P\,dx + Q\,dy + R\,dz + S\,dp + T\,dq$, ubi P, Q, R, S, T sunt functiones datae earundem variabilium. Quare earum differentialia sic exprimentur:

$$dP = P'dx + P''dy + P'''dz + P^{\text{IV}}dp + P^{\text{V}}dq + P^{\text{VI}}du$$
$$dQ = Q'dx + Q''dy + Q'''dz + Q^{\text{IV}}dp + Q^{\text{V}}dq + Q^{\text{VI}}du$$
$$dR = R'dx + R''dy + R'''dz + R^{\text{IV}}dp + R^{\text{V}}dq + R^{\text{VI}}du$$
$$dS = S'dx + S''dy + S'''dz + S^{\text{IV}}dp + S^{\text{V}}dq + S^{\text{VI}}du$$
$$dT = T'dx + T''dy + T'''dz + T^{\text{IV}}dp + T^{\text{V}}dq + T^{\text{VI}}du$$

existentibus $P', \ldots P^{\text{VI}}$; $Q' \ldots Q^{\text{VI}}$; .... $T', \ldots T^{\text{VI}}$, itidem functionibus datis istarum variabilium. Jam ponamus, loco x, y, z, p, q, substitui functiones quantitatis u, et quinque novorum quantitatum a, b, c, e, f: tum illarum differentialia ita exprimere licet:

$$dx = X\,du + \chi\,da + \chi'\,db + \chi''\,dc + \chi'''\,de + \chi''''\,df$$
$$dy = Y\,du + \eta\,da + \eta'\,db + \eta''\,dc + \eta'''\,de + \eta''''\,df$$
$$dz = Z\,du + \zeta\,da + \zeta'\,db + \zeta''\,dc + \zeta'''\,de + \zeta''''\,df$$
$$dp = P\,du + \pi\,da + \pi'\,db + \pi''\,dc + \pi'''\,de + \pi''''\,df$$
$$dq = Q\,du + q\,da + q'\,db + q''\,dc + q'''\,de + q''''\,df$$

Quae substituendo aequatio proposita in hanc abit:

o =

$$
\begin{array}{r|l|l|l|l}
o = \;\; PX & du + P\chi & da + P\chi' & db + \ldots + P\chi^{IV} & df \\
+ QY & + Q\eta & + Q\eta' & + Q\eta^{IV} & \\
+ RZ & + R\zeta & + R\zeta' & + R\zeta^{IV} & \\
+ S\mathfrak{P} & + S\pi & + S\pi' & + S\pi^{IV} & \\
+ T\Omega & + Tq & + Tq' & + Tq^{IV} & \\
- 1 & & & &
\end{array}
$$

Quo jam haec aequatio a du libera fiat, ponendum est

$$1)\;\; PX + QY + RZ + S\mathfrak{P} + T\Omega = 1.$$

Deinde ut eadem etiam ab u liberetur, debet esse, uti supra (§. 6.)

$$\frac{d^u(P\chi + Q\eta + R\zeta + S\pi + Tq)}{P\chi + Q\eta + R\zeta + S\pi + Tq}$$

$$= \frac{d^u(P\chi' + Q\eta' + R\zeta' + S\pi' + Tq')}{P\chi' + Q\eta' + R\zeta' + S\pi' + Tq'}$$

$$\cdots\cdots\cdots$$

$$= \frac{d^u(P\chi^{IV} + Q\eta^{IV} + R\zeta^{IV} + S\pi^{IV} + Tq^{IV})}{P\chi^{IV} + Q\eta^{IV} + R\zeta^{IV} + S\pi^{IV} + Tq^{IV}}$$

Quare methodo hactenus adhibita, evolvendae sunt differentialia in numeratoribus harum quinque fractionum occurrentia. Est autem

$$d^u(P\chi + Q\eta + R\zeta + S\pi + Tq)$$

$$= \left\{\begin{array}{l} \chi d^u P + \eta d^u Q + \zeta d^u R + \pi d^u S + q d^u T \\ + P d^u\chi + Q d^u\eta + R d^u\zeta + S d^u\pi + T d^u q \end{array}\right.$$

$$= \left\{\begin{array}{l} \chi d^u P + \eta d^u Q + \zeta d^u R + \pi d^u S + q d^u T \\ + P d^a X + Q d^a Y + R d^a Z + S d^a \mathfrak{P} + T d^a \Omega \end{array}\right.$$

$$= \left\{\begin{array}{l} \chi d^u P + \eta d^u Q + \zeta d^u R + \pi d^u S + q d^u T \\ + d^a(PX + QY + RZ + S\mathfrak{P} + T\Omega) \\ - X d^a P - Y d^a Q - Z d^a R - \mathfrak{P} d^a S - \Omega d^a T \end{array}\right.$$

vel ex aequatione (1),

$$= \left\{\begin{array}{l} \chi d^u P + \eta d^u Q + \zeta d^u R + \pi d^u S + q d^u T \\ - X d^a P - Y d^a Q - Z d^a R - \mathfrak{P} d^a S - \Omega d^a T \end{array}\right.$$

At vero est $d^a P = P' d^a x + P'' d^a y + P''' d^a z + P^{IV} d^a p + P^V d^a q$

$$= P'\chi + P''\eta + P'''\zeta + P^{IV}\pi + P^V q.$$

$$d''P = P'd''x + P''d''y + P'''d''z + P^{iv}d''p + P^{v}d''q + P^{vi}.$$
$$= P'X + P''Y + P'''Z + P^{iv}\mathfrak{P} + P^{v}\mathfrak{Q} + P^{vi}$$

Simili modo expressis differentialibus τῶν Q, R, S, T, secundum a et u, fit

$$d''(P\chi + Q\eta + R\zeta + S\pi + Tq)$$

$$= \left.\begin{array}{l} P'X \\ +P''Y \\ +P'''Z \\ +P^{iv}\mathfrak{P} \\ +P^{v}\mathfrak{Q} \\ +P^{vi} \\ -XP' \\ -YQ' \\ -ZR' \\ -\mathfrak{P}S' \\ -\mathfrak{Q}T' \end{array}\right| \chi + \left.\begin{array}{l} Q'X \\ +Q''Y \\ +Q'''Z \\ +Q^{iv}\mathfrak{P} \\ +Q^{v}\mathfrak{Q} \\ +Q^{vi} \\ -XP'' \\ -YQ'' \\ -ZR'' \\ -\mathfrak{P}S'' \\ -\mathfrak{Q}T'' \end{array}\right| \eta + \left.\begin{array}{l} R'X \\ +R''Y \\ +R'''Z \\ +R^{iv}\mathfrak{P} \\ +R^{v}\mathfrak{Q} \\ +R^{vi} \\ -XP''' \\ -YQ''' \\ -ZR''' \\ -\mathfrak{P}S''' \\ -\mathfrak{Q}T''' \end{array}\right| \zeta + \left.\begin{array}{l} S'X \\ +S''Y \\ +S'''Z \\ +S^{iv}\mathfrak{P} \\ +S^{v}\mathfrak{Q} \\ +S^{vi} \\ -XP^{iv} \\ -YQ^{iv} \\ -ZR^{iv} \\ -\mathfrak{P}S^{iv} \\ -\mathfrak{Q}T^{iv} \end{array}\right| \pi + \left.\begin{array}{l} T'X \\ +T''Y \\ +T'''Z \\ +T^{iv}\mathfrak{P} \\ +T^{v}\mathfrak{Q} \\ +T^{vi} \\ -XP^{v} \\ -YQ^{v} \\ -ZR^{v} \\ -\mathfrak{P}S^{v} \\ -\mathfrak{Q}T^{v} \end{array}\right| q$$

Jam quotiens $\dfrac{d''(P\chi + Q\eta + R\zeta + S\pi + Tq)}{P\chi + Q\eta + R\zeta + S\pi + Tq}$

eundem valorem servabit, permutando $\chi, \eta, \zeta, \pi, q$ cum $\chi', \eta', \zeta', \pi', q'$; $\chi'', \eta'', \zeta'', \pi'', q''$; ... $\chi^{iv}, \eta^{iv}, \eta^{iv}, \pi^{iv}, q^{iv}$; si numeratorem ad formam $MP\chi + MQ\eta + MR\zeta + MS\pi + MTq$ revocare licet: quippe tum quoque quotientes abeunt in M. Illud autem locum habebit, si hae supponantur aequationes:

$$2)\quad Q[P^{vi} + (P'' - Q')Y + (P''' - R')Z + (P^{iv} - S')\mathfrak{P} + (P^{v} - T')\mathfrak{Q}]$$
$$= P[Q^{vi} + (Q' - P'')X + (Q''' - R'')Z + (Q^{iv} - S'')\mathfrak{P} + (Q^{v} - T'')\mathfrak{Q}]$$

$$3)\quad R[P^{vi} + (P'' - Q')Y + (P''' - R')Z + (P^{iv} - S')\mathfrak{P} + (P^{v} - T')\mathfrak{Q}]$$
$$= P[R^{vi} + (R' - P''')X + (R'' - Q''')Y + (R^{iv} - S''')\mathfrak{P} + (R^{v} - T''')\mathfrak{Q}]$$

$$4)\quad S[P^{vi} + (P'' - Q')Y + (P''' - R')Z + (P^{iv} - S')\mathfrak{P} + (P^{v} - T')\mathfrak{Q}]$$
$$= P[S^{vi} + (S' - P^{iv})X + (S'' - Q^{iv})Y + (S''' - R^{iv})Z + (S^{v} - T^{iv})\mathfrak{Q}]$$

$$5)\quad T[P^{vi} + (P'' - Q')Y + (P''' - R')Z + (P^{iv} - S')\mathfrak{P} + (P^{v} - T')\mathfrak{Q}]$$
$$= P(T^{vi} + (T' - P^{v})X + (T'' - Q^{v})Y + (T''' - R^{v})Z + (T^{iv} - S^{v})\mathfrak{P}]$$

Ex quibus quatuor aequationibus, junctis cum prima

$$1)\quad PX + QY + RZ + S\mathfrak{P} + T\mathfrak{Q} = 1$$

quinque quantitates $X, Y, Z, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}$, determinare oportet. Calculis rite subductis, prodit $Y = \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{N}}$, existente

$$\mathfrak{M} = \begin{cases} (PR^{v} - RP^{v} + RT' - TR' + TP''' - PT''')\,(SP^{vi} - PS^{vi} + P^{iv} - S') \\ -(PR^{iv} - RP^{iv} + RS' - SR' + SP''' - PS''')\,(TP^{vi} - PT^{vi} + P^{v} - T'); \\ -(PS^{v} - SP^{v} + ST' - TS' + TP^{iv} - PT^{iv})\,(RP^{vi} - PR^{vi} + P''' - R'); \end{cases}$$

$$\mathfrak{N} = \begin{cases} (PR^{iv} - RP^{iv} + RS' - SR' + SP''' - PS''')\,(PQ^{v} - QP^{v} + QT' - TQ' + TP'' - PT'') \\ -(PR^{v} - RP^{v} + RT' - TR' + TP''' - PT''')\,(PQ^{iv} - QP^{iv} + QS' - SQ' + SP'' - PS'') \\ +(PS^{v} - SP^{v} + ST' - TS' + TP^{iv} - PT^{iv})\,(PQ''' - QP''' + QR' - RQ' + RP'' - PR'') \end{cases}$$

Ex Y prodit Z, permutando invicem litteras Q et R, atque indices $''$ et $'''$; simili modo ex Y prodit $\mathfrak{P}$ vel $\mathfrak{Q}$, permutando in expressione pro Y litteras Q et S, vel Q et T, nec non indices $''$ et ^{iv}, vel $''$ et ^{v}. Sic denominator $\mathfrak{N}$ invariatus manet, nisi quod signa mutet. Quod ad X attinet, inventis $Y, Z, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}$, est $X = \frac{1 - QY - RZ - S\mathfrak{P} - T\mathfrak{Q}}{P}$, vel etiam X prodit ex Y, permutando invicem litteras P et Q, indices $'$ et $''$.

Qua ratione determinatis $X, Y, Z, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}$, si fingendo a, b, c, e, f esse constantes, ex aequationibus

$$\begin{aligned} dx &= X du \\ dy &= Y du \\ dz &= Z du \\ dp &= \mathfrak{P} du \\ dq &= \mathfrak{Q} du \end{aligned}$$

secundum §. 2. exprimantur x, y, z, p, q per u et quinque constantes arbitrarias a, b, c, e, f ex ipsa integratione ingressas, eaedem expressiones, suppositis deinceps a, b, c, e, f, variabilibus, praebebunt functiones τῶν u, a, b, c, e, f, ita comparatas, ut eas pro x, y, z, p, q substituendo aequatio differentialis proposita abeat in aequationem inter quinque quantitates a, b, c, e, f earumque differentialia. Jam vero ex problemate (3) integratio hujus aequationis transformatae his comprehenditur tribus aequationibus:

1) $F(a, b, c, e, f) = \psi\,[f(a, b, c, e, f), f]$

2) $\overset{1}{F}(a, b, c, e, f) = \psi'\,[f(a, b, c, e, f)]$

3) $\overset{2}{F}(a, b, c, e, f) = \psi f.$

Cum autem singulas quantitates a, b, c, e, f per x, y, z, p, q et u expressas concipere liceat, functiones litteris F, $\overset{1}{F}$, $\overset{2}{F}$, f insignitae, nec non ipsa quantitas f, tanquam functiones datae τῶν x, y, z, p, q, u considerari possunt. Itaque integratio aequationis propositae his tandem absolvitur aequationibus:

$$1)\ F(x, y, z, p, q, u) = \psi\,[f(x, y, z, p, q, u),\ \overset{1}{f}(x, y, z, p, q, u)]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(x, y, z, p, q, u) = \psi\,[f(x, y, z, p, q, u)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(x, y, z, p, q, u) = \psi\,[\overset{1}{f}(x, y, z, p, q, u)].$$

§. 8.

Si in praecedente solutione numerator et denominator formulae pro Y evolvuntur, multiplicatione actu instituta, illius termini 72 ad 36, hujus termini 108 ad 60 reducuntur, reliquis se mutuo destruentibus, sicque diviso numeratore et denominatore per communem factorem P, et ponendo $\frac{\mathfrak{M}}{P} = \mathfrak{M}'$, $\frac{\mathfrak{N}}{P} = \mathfrak{N}'$, prodit $Y = \frac{\mathfrak{M}'}{\mathfrak{N}'}$, existente

$$\mathfrak{M}' = \begin{cases} P\,(T'''S^{vi} - T^{vi}S''' + R^{vi}S^{v} - R^{v}S^{vi} + T^{vi}R^{iv} - T^{iv}R^{vi}) \\ + R\,(S'T^{vi} - S^{vi}T' + P^{v}S^{vi} - P^{vi}S^{v} + T^{iv}P^{vi} - T^{vi}P^{iv}) \\ + S\,(R^{v}P^{vi} - R^{vi}P^{v} + T^{vi}P''' - T'''P^{vi} + R^{vi}T' - R'T^{vi}) \\ + T\,(R'S^{vi} - R^{vi}S' + S'''P^{vi} - S^{vi}P''' + R^{vi}P^{iv} - R^{iv}P^{vi}) \\ + R^{v}P^{iv} - R^{iv}P^{v} + R'S^{v} - R^{v}S' + T^{iv}P''' - T'''P^{iv} \\ + S'''P^{v} - S^{v}P''' + S'T''' - S'''T' + R^{iv}T' - R'T^{iv}; \end{cases}$$

porro

$$\mathfrak{N}' = \begin{cases} P\begin{pmatrix} S^{v}Q''' - S'''Q^{v} + S'''T'' - S''T''' + R^{iv}Q^{v} - R^{v}Q^{iv} + R''T^{iv} - R^{iv}T'' \\ + R^{v}S'' - R''S^{v} + T'''Q^{iv} - T^{iv}Q''' \end{pmatrix} \\ + Q\begin{pmatrix} S'T''' - S'''T' + S'''P^{v} - P'''S^{v} + R^{iv}T' - R'T^{iv} + R^{v}P^{iv} - R^{iv}P^{v} \\ + R'S^{v} - R^{v}S' + P'''T^{iv} - T'''P^{iv} \end{pmatrix} \\ + R\begin{pmatrix} S'Q^{v} - S^{v}Q' + T'S'' - S'T'' + P^{v}Q^{iv} - P^{iv}Q^{v} + P^{iv}T'' - P''T^{iv} \\ + Q'T^{iv} - T'Q^{iv} + P''S^{v} - P^{v}S'' \end{pmatrix} \\ + S\begin{pmatrix} Q'R^{v} - R'Q^{v} + R'T'' - R''T' + P'''Q^{v} - P^{v}Q''' + P''T''' - P'''T'' \\ + R''P^{v} - R^{v}P'' + Q'''T' - Q'T''' \end{pmatrix} \\ + T\begin{pmatrix} S'''Q' - S'Q''' + S''P''' - S'''P'' + R'Q^{iv} - R^{iv}Q' + R^{iv}P'' - R''P^{iv} \\ + R''S' - R'S'' + P^{iv}Q''' - P'''Q^{iv} \end{pmatrix} \end{cases}$$

Ex Y reliquae quatuor quantitates X, Z, 𝔓, 𝔔, modo praedicto (§. 7.) facile deducuntur. Ceterum ex hac transformatione denominator omnibus quinque quantitatibus communis est, quod de denominatore formulae praecedenti §. pro Y inventae quoad X non valet.

§. 9.

Problema VI.

Aequationem differentialem vulgarem inter septem variabiles per systema quatuor aequationum integrare.

Solutio.

Sit proposita aequatio differentialis inter septem variabiles u, x, y, z, t, p, q, haec:

$$du = Pdx + Qdy + Rdz + Sdt + Tdp + Udq,$$

existentibus P, Q, R, S, T, U, datis quibuscunque functionibus earundem variabilium. Jam fingendo quantitatem q esse constantem, aequatio abit in aequationem inter sex variabiles, eademque ex problemate praecedente (§. 8.) integrari poterit per systema trium aequationum hujus formae:

$$1)\ F(u, x, y, z\ t, p) = \psi\,[f(u, x, y, z, t, p),\ \overset{1}{f}(u, x, y, z, t, p)]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(u, x, y, z, t, p) = \psi'\,[f(u, x, y, z, t, p)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(u, x, y, z, t, p) = \psi'\,[\overset{1}{f}(u, x, y, z, t, p)]$$

Hae autem aequationes adhibitis iisdem ratiociniis, quae supra §. 5. explicata sunt, abeunt in has:

$$1)\ F(u, x, y, z, p, q) = \psi\,[f(u, x, y, z, t, p, q),\ \overset{1}{f}(u, x, y, z, t, p, q), q]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(u, x, y, z, t, p, q) = \psi'\,[f(u, x, y, z, t, p, q)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(u, x, y, z, t, p, q) = \psi'\,[\overset{1}{f}(u, x, y, z, t, p, q)]$$

Deinde, sumendo primae aequationis differentiale completum, quantitate q etiam instar variabilis tractata, ac substituendo pro $\psi' f$, $\psi' \overset{1}{f}$ expressiones aequationum (2) et (3), tribus illis aequationibus accedit quarta, hujus formae:

$$4)\ \overset{3}{F}(u, x, y, z, t, p, q) = \psi q.$$

Haec quidem iisdem omnino ratiociniis nituntur, quae supra §. 3. amplius demonstravimus, quaeque repetere superfluum est. Quibus igitur quatuor aequationibus absolvitur integratio aequationis propositae. Signis $F, \overset{1}{F}, \overset{2}{F}, \overset{3}{F}, f, \overset{1}{f}$ functiones datas, signo ψ functionem arbitrariam exprimi, ex superioribus constat (§. 3.).

§. 10.

Problema VII.

Aequationem differentiarum partialium inter quinque variabiles u, x, y, z, t complete integrare.

Solutio.

Sit $du = p\,dx + q\,dy + r\,dz + s\,dt$, tum datur relatio inter quatuor quotientes differentiales p, q, r, s, et quinque variabiles, ex qua quaeritur relatio inter has ipsas variabiles. Jam aequationem istam considerare licet, tanquam aequationem differentialem vulgarem inter octo variabiles u, x, y, z, t, p, q, r, exclusa quantitate s, quippe per reliquas data. Quae aequatio integranda est per systema quatuor aequationum, ex quibus deinceps eliminando p, q, r, prodit ipsa aequatio quaesita inter u, x, y, z, t. At vero ex praecedenti problemate constat, aequationem differentialem vulgarem inter septem variabiles integrari per systema quatuor aequationum: inde id agitur, ut aequatio nostra proposita transformetur in aequationem differentialem inter septem variabiles.

Quem in finem concipiamus, substitui pro x, y, z, u, p, q, r functiones quantitatis t et septem novarum quantitatum a, b, c, e, f, g, h; sitque

$$\begin{aligned}
dx &= X\,dt + \chi\,da + \chi'\,db + \chi''\,dt + \chi'''\,de + \chi^{iv}\,df + \chi^{v}\,dg + \chi^{vi}\,dh \\
dy &= Y\,dt + \eta\,da + \eta'\,db \;\ldots\ldots\ldots\ldots + \eta^{vi}\,dh \\
dz &= Z\,dt + \zeta\,da + \zeta'\,db \;\ldots\ldots\ldots\ldots + \zeta^{vi}\,dh \\
du &= U\,dt + \nu\,da + \nu'\,db \;\ldots\ldots\ldots\ldots + \nu^{vi}\,dh \\
dp &= \mathfrak{P}\,dt + \pi\,da + \pi'\,db \;\ldots\ldots\ldots\ldots + \pi^{vi}\,dh \\
dq &= \mathfrak{Q}\,dt + \mathfrak{q}\,da + \mathfrak{q}'\,db \;\ldots\ldots\ldots\ldots + \mathfrak{q}^{vi}\,dh \\
dr &= \mathfrak{R}\,dt + \mathfrak{r}\,da + \mathfrak{r}'\,db \;\ldots\ldots\ldots\ldots + \mathfrak{r}^{vi}\,dh
\end{aligned}$$

Sit porro $ds =$

$$s'\,dx + s''\,dy + s'''\,dz + s^{iv}\,dt + s^{v}\,du + s^{vi}\,dp + s^{vii}\,dq + s^{viii}\,dr,$$

ubi $s', s'', s''', \ldots s^{viii}$, sicuti ipsa s, sunt functiones datae τῶν x, y, z, t, u, p, q, r.

Jam aequatio $du = pdx + qdy + rdz + sdt$ in hanc transmutatur:

$$
\begin{array}{l|l|l|l|l}
o = pX & dt + p\chi & da + p\chi' & db + \ldots\ldots + p\chi^{VI} & dh. \\
+qY & \quad + q\eta & \quad + q\eta' & \quad\quad + q\eta^{VI} & \\
+rZ & \quad + r\zeta & \quad + r\zeta' & \quad\quad + r\zeta^{VI} & \\
+s & & & & \\
-U & \quad - \upsilon & \quad - \upsilon' & \quad\quad - \upsilon^{VI} &
\end{array}
$$

Ex hac eliminare oportet dt et t. Quare ponendum est

$$1)\quad U = pX + qY + rZ + s.$$

Deinde quotiens $\dfrac{dt(\upsilon - p\chi - q\eta - r\zeta)}{\upsilon - p\chi - q\eta - r\zeta}$ valorem eundem servare debet, si loco litterarum $\upsilon, \chi, \eta, \zeta$, eaedem indicibus $I, II, \ldots VI$, notatae supponantur.

Est autem $d^t(\upsilon - p\chi - q\eta - r\zeta) =$

$$d^t\upsilon - pd^t\chi - qd^t\eta - rd^t\zeta - \chi d^tp - \eta d^tq - \zeta d^tr$$
$$= d^aU - pd^aX - qd^aY - rd^aZ - \chi d^tp - \eta d^tq - \zeta d^tr$$
$$= \begin{cases} d^a(U - pX - qY - rZ) \\ + Xd^ap + Yd^aq + Zd^ar - \chi d^tp - \eta d^tq - \zeta d^tr \end{cases}$$
$$= d^as + Xd^ap + Yd^aq + Zd^ar - \chi d^tp - \eta d^tq - \zeta d^tr.$$

Est autem $d^ap = \pi$, $d^aq = q$, $d^ar = r$,

$$d^as = s'd^ax + s''d^ay + s'''d^az + s^Vd^au + s^{VI}d^ap + s^{VII}d^aq + s^{VIII}d^ar$$
$$= s'\chi + s''\eta + s'''\zeta + s^V\upsilon + s^{VI}\pi + s^{VII}q + s^{VIII}r;$$

porro $d^tp = \mathfrak{P}$, $d^tq = \mathfrak{Q}$, $d^tr = \mathfrak{R}$.

Hinc fit $\dfrac{d^t(\upsilon - p\chi - q\eta - r\zeta)}{\upsilon - p\chi - q\eta - r\zeta}$

$$= \frac{\left.\begin{matrix} s' \\ -\mathfrak{P} \end{matrix}\right| \chi + \left.\begin{matrix} s'' \\ -\mathfrak{Q} \end{matrix}\right| \eta + \left.\begin{matrix} s''' \\ -\mathfrak{R} \end{matrix}\right| \zeta + s^V \cdot \upsilon + \left.\begin{matrix} s^{VI} \\ +X \end{matrix}\right| \pi + \left.\begin{matrix} s^{VII} \\ +Y \end{matrix}\right| q + \left.\begin{matrix} s^{VIII} \\ +Z \end{matrix}\right| r}{\upsilon - p\chi - q\eta - r\zeta}$$

ex qua fractione exeunt litterae $\chi, \eta, \zeta, \upsilon$, nec non π, q, r, si hae assumantur aequationes:

$$2)\quad s' - \mathfrak{P} = -s^V \cdot p$$
$$3)\quad s'' - \mathfrak{Q} = -s^V \cdot q$$
$$4)\quad s''' = \mathfrak{R} = -s^V \cdot r$$

$$5)\ s^{vi} + X = 0$$
$$6)\ s^{vii} + Y = 0$$
$$7)\ s^{viii} + Z = 0$$

Hinc fit
$$X = - s^{vi}$$
$$Y = - s^{vii}$$
$$Z = - s^{viii}$$
$$\mathfrak{P} = s' + s^{v} . p$$
$$\mathfrak{Q} = s'' + s^{v} . q$$
$$\mathfrak{R} = s''' + s^{v} . r$$

Tandem prodit ex (1) $U = pX + qY + rZ + s$
$$= s - p s^{vi} - q s^{vii} - r s^{viii}$$

Qua igitur ratione septem quantitates $X, Y, Z, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}, U$, tanquam functiones datae τῶν x, y, z, u, p, q, r, t, expressae sunt.

Quodsi nunc, suppositis a, b, c, e, f, g, h constantibus, ex aequationibus auxiliaribus

$$dx = X dt$$
$$dy = Y dt$$
$$dz = Z dt$$
$$du = U dt$$
$$dp = \mathfrak{P} dt$$
$$dq = \mathfrak{Q} dt$$
$$dr = \mathfrak{R} dt$$

quaerantur valores τῶν x, y, z, u, p, q, r per t et septem constantes arbitrarias integratione ingressas a, b, c, e, f, g, h, expressi (§. 2.): tum hic ipsi valores, sumtis eorum differentialibus completis, tractando constantes praedictas tanquam variabiles, conditionem praescriptam adimplebunt, i. e. iisdem pro x, y, z, u, p, q, r, substitutis aequatio proposita

$$du = p dx + q dy + r dz + s dt$$

abitum est in aequationem, quae exclusis t et dt, tantum septem quantitates a, b, c, e, f, g, h, earumque differentialia comprehendet. Jam hujus aequationis transformatae integratio ex praecedenti problemate (§. 9.) his quatuor aequationibus absolvitur:

1) F

$$1)\ F(a, b, c, e, f, g, h) = \psi\,[f(a, \ldots h)\ \overset{1}{f}(a, \ldots h), h]$$

$$2)\ \overset{1}{F}(a, \ldots h) = \psi'\,[f(a, \ldots h)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(a, \ldots h) = \psi\,[\overset{1}{f}(a, \ldots h)]$$

$$4)\ \overset{3}{F}(a, \ldots h) = \psi\ h.$$

Quod si nunc quantitates a, b, c, e, f, g, h per x, y, z, u, p, q, r et per t expressae concipiantur, hae quatuor aequationes has formas induent:

$$1)\ F(x, y, z, t, u, p, q, r) = \psi\,\{f(x, \ldots r), \overset{1}{f}(x, \ldots r), \overset{2}{f}(x, \ldots r)\}$$

$$2)\ \overset{1}{F}(x, \ldots r) = \psi'\,[f(x, \ldots r)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(x, \ldots r) = \psi\,[\overset{1}{f}(x, \ldots r)]$$

$$4)\ \overset{3}{F}(x, \ldots r) = \psi\,(\overset{2}{f}(x, \ldots r)]$$

ex quibus, tres quotientes differentiales p, q, r, eliminatos concipiendo, prodit aequatio inter ipsas variabiles x, y, z, t, u; quae est ipsa integratio desiderata, et quidem completa, ob functionem arbitrariam trium quantitatum.

§. 11.

Problema VIII.

Aequationem differentialem vulgarem quamcunque inter octo variabiles per systema quatuor aequationum integrare.

Solutio.

Sit aequatio proposita inter octo variabiles u, x, y, z, t, p, q, r, haec:

$$du = P\,dx + Q\,dy + R\,dz + S\,dt + T\,dp + U\,dq + W\,dr.$$

Cum P, Q, ... W sint functiones datae τῶν x, y, ... r, ponendum est

$$dP = P'\,dx + P''\,dy + P'''\,dz + P^{iv}\,dt + P^{v}\,dp + P^{vi}\,dq + P^{vii}\,dr + P^{viii}\,du,$$

et simili modo dQ, dR, ... dW exprimere licet, ubi

$$P', P'', \ldots P^{viii};\ Q', \ldots Q^{viii};\ R', \ldots R^{viii};\ \ldots W', \ldots W^{viii}$$

functiones sunt itidem datae. Jam cum ex problemate (6) §. 9. aequatio differentialis inter septem variabiles per systema quatuor aequationum integrabilis sit, nil aliud requiritur, quam transformatio aequationis propositae in aequationem inter septem variabiles, quae sint a, b, ... h. Quem in finem ponamus, more hactenus servato,

$$dx = X\,du + \chi\,da + \chi'\,db + \ldots + \chi^{vi}\,dh$$

$$dy = Y\,du + \eta\,da + \ldots$$

$$dz = Z\,du + \zeta\,da + \ldots$$

$$d\mathfrak{t} = \mathfrak{T}du + \tau da + \ldots\ldots\ldots$$
$$dp = \mathfrak{P}du + \pi da + \ldots\ldots\ldots$$
$$dq = \mathfrak{Q}du + \mathfrak{q}da + \ldots\ldots\ldots$$
$$dr = \mathfrak{R}du + \mathfrak{r}da + \ldots\ldots\ldots$$

Tum aequatio proposita in hanc abit:

$$\begin{array}{r|l|l|l|l}
0 = PX & du + P\chi & da + P\chi' & db \ldots\ldots + P\chi^{vi} & dh \\
+QY & +Q\eta & +Q\eta' & +Q\eta^{vi} & \\
+RZ & +R\zeta & +R\zeta' & +R\zeta^{vi} & \\
+S\mathfrak{T} & +S\tau & +S\tau' & +S\tau^{vi} & \\
+T\mathfrak{P} & +T\pi & +T\pi' & +T\pi^{vi} & \\
+U\mathfrak{Q} & +U\mathfrak{q} & +U\mathfrak{q}' & +U\mathfrak{q}^{vi} & \\
+W\mathfrak{R} & +W\mathfrak{r} & +W\mathfrak{r}' & +W\mathfrak{r}^{vi} & \\
-1 & & & &
\end{array}$$

Quae aequatio ut a du et u liberetur, ponendum est

$$1)\quad 1 = PX + QY + RZ + S\mathfrak{T} + T\mathfrak{P} + U\mathfrak{Q} + W\mathfrak{R}$$

Deinde quotiens $\dfrac{d^u(P\chi + Q\eta + R\zeta + S\tau + T\pi + U\mathfrak{q} + W\mathfrak{r})}{P\chi + Q\eta + R\zeta + S\tau + T\pi + U\mathfrak{q} + W\mathfrak{r}}$

valorem eundem servare debet, ponendo

$$\chi', \eta', \ldots \mathfrak{r}';\ \ldots\ldots\ \chi^{vi}, \eta^{vi}, \ldots \mathfrak{r}^{vi} \text{ pro } \chi, \eta, \ldots \mathfrak{r}.$$

Est autem numerator

$$= \left\{\begin{array}{l} Pd^u\chi + Qd^u\eta + Rd^u\zeta + Sd^u\tau + Td^u\pi + Ud^u\mathfrak{q} + Wd^u\mathfrak{r} \\ +\chi d^uP + \eta d^uQ + \zeta d^uR + \tau d^uS + \pi d^uT + \mathfrak{q}d^uU + \mathfrak{r}d^uW \end{array}\right.$$

$$= \left\{\begin{array}{l} Pd^aX + Qd^aY + Rd^aZ + Sd^a\mathfrak{T} + Td^a\mathfrak{P} + Ud^a\mathfrak{Q} + Wd^a\mathfrak{R} \\ +\chi d^uP + \eta d^uQ + \zeta d^uR + \tau d^uS + \pi d^uT + \mathfrak{q}d^uU + \mathfrak{r}d^uW \end{array}\right.$$

$$= \left\{\begin{array}{l} d^a(PX + QY + RZ + S\mathfrak{T} + T\mathfrak{P} + U\mathfrak{Q} + W\mathfrak{R}) \\ -Xd^aP - Yd^aQ - Zd^aR - \mathfrak{T}d^aS - \mathfrak{P}d^aT - \mathfrak{Q}d^aU - \mathfrak{R}d^aW \\ +\chi d^uP + \eta d^uQ + \zeta d^uR + \tau d^uS + \pi d^uT + \mathfrak{q}d^uU + \mathfrak{r}d^uW, \end{array}\right.$$

ubi prima pars ex aequatione (1) evanescit. Est porro

$$d^aP = P'd^ax + P''d^ay + P'''d^az + P^{IV}d^a\mathfrak{t} + P^{V}d^ap + P^{VI}d^aq + P^{VII}d^ar$$
$$= P'\chi + P''\eta + P'''\zeta + P^{IV}\tau + P^{V}\pi + P^{VI}\mathfrak{q} + P^{VII}\mathfrak{r};$$

$$d^uP = P'd^ux + P''d^uy + P'''d^uz + P^{IV}d^u\mathfrak{t} + P^{V}d^up + P^{VI}d^uq + P^{VII}d^ur + P^{VIII}$$
$$= P'X + P''Y + P'''Z + P^{IV}\mathfrak{T} + P^{V}\mathfrak{P} + P^{VI}\mathfrak{Q} + P^{VII}\mathfrak{R} + P^{VIII};$$

simili modo exprimuntur $d^a Q$, $d^a R$, ... $d^a W$, nec non $d^n Q$, $d^n R$, ... $d^n W$. Hinc numerator praedictus fit

$$= \left.\begin{array}{l} P'X - XP' \\ + P''Y - YQ' \\ + P'''Z - ZR' \\ + P^{iv}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}S' \\ + P^{v}\mathfrak{P} - \mathfrak{P}T' \\ + P^{vi}\mathfrak{Q} - \mathfrak{Q}U' \\ + P^{vii}\mathfrak{R} - \mathfrak{R}W' \\ + P^{viii} \end{array}\right| \chi + \left.\begin{array}{l} Q'X - XP'' \\ + Q''Y - YQ'' \\ + Q'''Z - ZR'' \\ + Q^{iv}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}S'' \\ + Q^{v}\mathfrak{P} - \mathfrak{P}T'' \\ + Q^{vi}\mathfrak{Q} - \mathfrak{Q}U'' \\ + Q^{vii}\mathfrak{R} - \mathfrak{R}W'' \\ + Q^{viii} \end{array}\right| \eta + \left.\begin{array}{l} R'X - XP''' \\ + R''Y - YQ''' \\ + R'''Z - ZR''' \\ + R^{iv}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}S''' \\ + R^{v}\mathfrak{P} - \mathfrak{P}T''' \\ + R^{vi}\mathfrak{Q} - \mathfrak{Q}U''' \\ + R^{vii}\mathfrak{R} - \mathfrak{R}W''' \\ + R^{viii} \end{array}\right| \zeta + \left.\begin{array}{l} S'X - XP^{iv} \\ + S''Y - YQ^{iv} \\ + S'''Z - ZR^{iv} \\ + S^{iv}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}S^{iv} \\ + S^{v}\mathfrak{P} - \mathfrak{P}T^{iv} \\ + S^{vi}\mathfrak{Q} - \mathfrak{Q}U^{iv} \\ + S^{vii}\mathfrak{R} - \mathfrak{R}W^{iv} \\ + S^{viii} \end{array}\right| \tau$$

$$\left.\begin{array}{l} + T'X - XP^{v} \\ + T''Y - YQ^{v} \\ + T'''Z - ZR^{v} \\ + T^{iv}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}S^{v} \\ + T^{v}\mathfrak{P} - \mathfrak{P}T^{v} \\ + T^{vi}\mathfrak{Q} - \mathfrak{Q}U^{v} \\ + T^{vii}\mathfrak{R} - \mathfrak{R}W^{v} \\ + T^{viii} \end{array}\right| \pi + \left.\begin{array}{l} U'X - YP^{vi} \\ + U''Y - YQ^{vi} \\ + U'''Z - ZR^{vi} \\ + U^{iv}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}S^{vi} \\ + U^{v}\mathfrak{P} - \mathfrak{P}T^{vi} \\ + U^{vi}\mathfrak{Q} - \mathfrak{Q}U^{vi} \\ + U^{vii}\mathfrak{R} - \mathfrak{R}W^{vi} \\ + U^{viii} \end{array}\right| q + \left.\begin{array}{l} W'X - XP^{vii} \\ + W''Y - YQ^{vii} \\ + W'''Z - ZR^{vii} \\ + W^{iv}\mathfrak{T} - \mathfrak{T}S^{vii} \\ + W^{v}\mathfrak{P} - \mathfrak{P}T^{vii} \\ + W^{vi}\mathfrak{Q} - \mathfrak{Q}U^{vii} \\ + W^{vii}\mathfrak{R} - \mathfrak{R}W^{vii} \\ + W^{viii} \end{array}\right| r$$

Qui numerator si ad formam

$$M\,(P\chi + Q\eta + R\zeta + S\tau + T\pi + Uq + Wr)$$

revocetur, eraditio praedicta adimplebitur. Inde autem haec sequuntur sex aequationes:

2) $o =$

$$\left\{\begin{array}{l} P^{viii}Q - P(Q' - P'')X + Q(P'' - Q')Y + \left.\begin{array}{l} Q(P''' - R') \\ - P(Q''' - R'') \end{array}\right| Z + \left.\begin{array}{l} Q(P^{iv} - S') \\ - P(Q^{iv} - S'') \end{array}\right| \mathfrak{T} \\ - PQ^{viii} \\ + \left.\begin{array}{l} Q(P^{v} - T') \\ - P(Q^{v} - T'') \end{array}\right| \mathfrak{P} + \left.\begin{array}{l} Q(P^{vi} - U') \\ - P(Q^{vi} - U'') \end{array}\right| \mathfrak{Q} + \left.\begin{array}{l} Q(P^{vii} - W') \\ - P(Q^{vii} - W'') \end{array}\right| \mathfrak{R} \end{array}\right.$$

3) $o =$

$$\left\{\begin{array}{l} RP^{viii} - P(R' - P''')X + \left.\begin{array}{l} R(P'' - Q') \\ - P(R'' - Q''') \end{array}\right| Y + R(P''' - R')Z + \left.\begin{array}{l} R(P^{iv} - S') \\ - P(R^{iv} - S''') \end{array}\right| \mathfrak{T} \\ - PR^{viii} \\ + \left.\begin{array}{l} R(P^{v} - T') \\ - P(R^{v} - T''') \end{array}\right| \mathfrak{P} + \left.\begin{array}{l} R(P^{vi} - U') \\ - P(R^{vi} - U''') \end{array}\right| \mathfrak{Q} + \left.\begin{array}{l} R(P^{vii} - W') \\ - P(R^{vii} - W''') \end{array}\right| \mathfrak{R} \end{array}\right.$$

$$4)\quad o =$$

$$\left\{\begin{array}{l|l|l}
S P^{viii} - P(S' - P^{iv})\; X + S(P'' - Q') & Y + S(P''' - R') & Z + S(P^{iv} - S')\; \mathfrak{T} \\
- P S^{viii} \qquad\qquad\qquad - P(S'' - Q^{iv}) & - P(S''' - R^{iv}) & \\
+ S(P^{v} - T') \;\Big|\; \mathfrak{P} + S(P^{vi} - U') & \mathfrak{Q} + S(P^{vii} - W') & \mathfrak{R} \\
- P(S^{v} - T^{iv}) \;\Big|\; - P(S^{vi} - U^{iv}) & - P(S^{vii} - W^{iv}) &
\end{array}\right.$$

$$5)\quad o =$$

$$\left\{\begin{array}{l|l|l}
T P^{viii} - P(T' - P^{v})\; X + T(P'' - Q') & Y + T(P''' - R') & Z + T(P^{iv} - S') \\
- P T^{viii} \qquad\qquad\qquad - P(T'' - Q^{v}) & - P(T''' - R^{v}) & - P(T^{iv} - S^{v})\; \mathfrak{T} \\
+ T(P^{v} - T')\; \mathfrak{P} + T(P^{vi} - U') & \mathfrak{Q} + T(P^{vii} - W') & \mathfrak{R} \\
\qquad\qquad - P(T^{vi} - U^{v}) & - P(T^{vii} - W^{v}) &
\end{array}\right.$$

$$6)\quad o =$$

$$\left\{\begin{array}{l|l|l}
U P^{viii} - P(U' - P^{vi})\; X + U(P'' - Q') & Y + U(P''' - R') & Z + U(P^{iv} - S') \\
- P U^{viii} \qquad\qquad\qquad - P(U'' - Q^{vi}) & - P(U''' - R^{vi}) & - P(U^{iv} - S^{vi})\; \mathfrak{T} \\
+ U(P^{v} - T') \;\Big|\; \mathfrak{P} + U(P^{vi} - U')\; \mathfrak{Q} + U(P^{vii} - W') & \mathfrak{R} & \\
- P(U^{v} - T^{vi}) \;\Big|\; \qquad\qquad - P(U^{vii} - W^{vi}) & &
\end{array}\right.$$

$$7)\quad o =$$

$$\left\{\begin{array}{l|l|l}
W P^{viii} - P(W' - P^{vii})\; X + W(P'' - Q') & Y + W(P''' - R') & Z + W(P^{iv} - S') \\
- P W^{viii} \qquad\qquad\qquad - P(W'' - Q^{vii}) & - P(W''' - R^{vii}) & - P(W^{iv} - S^{vii})\; \mathfrak{T} \\
+ W(P^{v} - T') \;\Big|\; \mathfrak{P} + W(P^{vi} - U') & \mathfrak{Q} + W(P^{vii} - W')\; \mathfrak{R} & \\
- P(W^{v} - T^{vii}) \;\Big|\; - P(W^{vi} - U^{vii}) & &
\end{array}\right.$$

Ex his sex aequationibus, junctis cum prima (1), determinandae sunt septem quantitates $X, Y, Z, \mathfrak{T}, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}$. Qua determinatione supposita, (quae quidem ex regulis eliminationis vulgaribus calculos admodum longos poscit, de quorum compendiis infra sermo erit), istae quantitates habendae sunt pro functionibus datis octo nostrarum variabilium. Quod si nunc, suppositis a, b, c, ... h constantibus, ex septem aequationibus auxiliaribus:

$$dx = X du$$
$$dy = Y du$$
$$dz = Z du$$
$$dt = \mathfrak{T} du$$

$$dp = \mathfrak{P}\,du$$
$$dq = \mathfrak{Q}\,du$$
$$dr = \mathfrak{R}\,du$$

variabiles x, y, z, t, p, q, r per u et septem constantes arbitrarias a, b, c, ... h integratione ingressas exprimantur (§. 11.), tum hae ipsae expressiones ita erunt comparatae, ut eas earumque differentialia completa, quantitatibus a, b, ... h, etiam instar variabilium habitis, in aequatione proposita substituendo, haec in aequationem inter septem variabiles a, b, c, ... h transformetur. Jam vero ex supra demonstratis hujus aequationis integratio quatuor aequationibus hujus formae absolvitur:

$$1)\ F\,(a, b, \ldots h) = \psi\,[f(a, b, \ldots h), \overset{1}{f}(a, b, \ldots h), h]$$
$$2)\ \overset{1}{F}\,(a, b, \ldots h) = \psi'\,[f(a, b, \ldots h)]$$
$$3)\ \overset{2}{F}\,(a, b, \ldots h) = \psi'\,[\overset{1}{f}(a, b, \ldots h)].$$
$$4)\ \overset{3}{F}\,(a, b, \ldots h) = \psi' h.$$

Quod si deinde a, b, ... h per octo variabiles x, y, ... n exprimantur, hae aequationes in has abiturae sunt:

$$1)\ F\,(x, y, z, t, u, p, q, r) = \psi\,[f(x, \ldots r), \overset{1}{f}(x, \ldots r), \overset{2}{f}(x, \ldots r)]$$
$$2)\ \overset{1}{F}\,(x, \ldots r) = \psi'\,[f(x, \ldots r)]$$
$$3)\ \overset{2}{F}\,(x, \ldots r) = \psi'\,[\overset{1}{f}(x, \ldots r)]$$
$$4)\ \overset{3}{F}\,(x, \ldots r) = \psi'\,[\overset{2}{f}(x, \ldots r)]$$

quarum systemate integratio completa aequationis propositae inter octo variabiles exhibetur.

§. 12.

Problema IX.

Aequationem differentialem vulgarem inter novem variabiles per systema quinque aequationum integrare.

Solutio.

Sit aequatio proposita inter novem variabiles u, x, y, z, t, p, q, r, s, haec:

$$du = P\,dx + Q\,dy + R\,dz + S\,dt + T\,dp + U\,dq + W\,dr + \mathfrak{X}\,ds.$$

Considerando unam harum quantitatum, veluti s, tanquam constantem, aequa-

tio abit in aequationem inter octo variabiles, eademque ex §. praecedente per systema quatuor aequationum integrabilis est. Quae aequationes ex ratiociniis supra §. 5 et 9 adhibitis et explicatis, has formas recipient:

$$1)\ F\,(x, y, z, t, p, q, r, u, s) = \psi\,[\,f\,(x, y, \ldots s),\ \overset{1}{f}\,(x, \ldots s),\ \overset{2}{f}\,(x, \ldots s),\ s]$$

$$2)\ \overset{1}{F}\,(x, \ldots s) = \psi'\,[f\,(x, \ldots s)]$$

$$3)\ \overset{2}{F}\,(x, \ldots s) = \psi'\,[\overset{1}{f}\,(x, \ldots s)]$$

$$4)\ \overset{3}{F}\,(x, \ldots s) = \psi'\,[\overset{2}{f}\,(x, \ldots s)]$$

Sumatur jam aequationis (1) differentiale completum, habita etiam s variabili, idque differentiale, substitutis pro $\psi' f$, $\psi' \overset{1}{f}$, $\psi' \overset{2}{f}$, valoribus ex aequationibus (2), (3), (4) cognitis, comparetur cum aequatione differentiali proposita, quacum illud identicum esse debet. Quibus rite observatis aequationibus quatuor prioribus accedet aequatio quinta hujus formae:

$$5)\ \overset{4}{F}\,(x, \ldots s) = \psi' s.$$

Quarum quinque aequationum combinatione absolvitur integratio aequationis propositae.

§. 13.

Problema X.

Aequationem differentiarum partialium inter sex variabiles complete integrare.

Solutio.

Sit $du = p\,dx + q\,dy + r\,dz + s\,dt + w\,dv$, atque detur relatio inter quotientes differentiales p, q, r, s, w, et variabiles u, x, y, z, t, v, ex qua quaeritur relatio inter has ipsas variabiles. Quem ad finem nil aliud requiritur, quam ut aequatio proposita, considerata tanquam aequatio differentialis vulgaris inter decem variabiles, transformetur in aequationem inter novem variabiles, quippe cujus integratio completa per quinque aequationes praecedenti §. inventa est. Ad hanc transformationem obtinendam, in calculum introductis novem quantitatibus notis a, b, c, ... h, i, k, more hactenus servato, ponamus:

$$dx = X\,dv + \chi\,da + \ldots\ldots + \chi^{viii}\,dk$$
$$dy = Y\,dv + \eta\,da + \ldots\ldots$$



$$\begin{aligned}
dz &= Z dv + \zeta da + \ldots\ldots \\
dt &= \mathfrak{T} dv + \tau da + \ldots\ldots \\
du &= \mathfrak{U} dv + \mathfrak{u} da + \ldots\ldots \\
dp &= \mathfrak{P} dv + \varpi da + \ldots\ldots \\
dq &= \mathfrak{Q} dv + \mathfrak{q} da + \ldots\ldots \\
dr &= \mathfrak{R} dv + \mathfrak{r} da + \ldots\ldots \\
ds &= \mathfrak{S} dv + \mathfrak{s} da + \ldots\ldots
\end{aligned}$$

Sit porro, w considerando tanquam functionem datam variabilium et reliquorum quotientium differentialium,

$$dw = \begin{cases} w' dx + w'' dy + w''' dz + w^{iv} dt + w^{v} dv + w^{vi} du + w^{vii} dp \\ + w^{viii} dq + w^{ix} dr + w^{x} ds. \end{cases}$$

Tum aequatio $dv = p dx + q dy + r dz + s dt + w dv$, in hanc abit:

$$0 = \begin{array}{r|r|r|l}
pX & dv + p\chi & da + p\chi' & db + \ldots\ldots \\
+ qY & + q\eta & + q\eta' & \\
+ rZ & + r\zeta & + r\zeta' & \\
+ s\mathfrak{T} & + s\tau & + r\tau' & \\
+ w & & & \\
- \mathfrak{U} & - \mathfrak{u} & - \mathfrak{u}' &
\end{array}$$

Quo nunc ex haec aequatione dv et v exeant, ponendum est

1) $pX + qY + rZ + rZ + s\mathfrak{T} + w = \mathfrak{U}$

Deinde debet esse $\dfrac{d^v (p\chi + q\eta + r\zeta + s\tau - \mathfrak{u})}{p\chi + q\eta + r\zeta + s\tau - \mathfrak{u}}$

$$= \frac{d^v (p\chi' + q\eta' + r\zeta' + s\tau' - \mathfrak{u}')}{p\chi' + q\eta' + r\zeta' + s\tau' - \mathfrak{u}'} = \text{etc.} \ldots$$

Est autem $d^v (p\chi + q\eta + r\zeta + s\tau - \mathfrak{u})$

$$\begin{aligned}
&= p d^v \chi + q d^v \eta + r d^v \zeta + s d^v \tau - d^v \mathfrak{u} \;+ \chi d^v p + \eta d^v q + \zeta d^v r + \tau d^v s \\
&= p d^a X + q d^a Y + r d^a Z + s d^a \mathfrak{T} - d^a \mathfrak{U} \;+ \chi d^v p + \eta d^v q + \zeta d^v r + \tau d^v s \\
&= \begin{cases} d^a (pX + qY + rZ + s\mathfrak{T} - \mathfrak{U}) \\ - X d^a p - Y d^a q - Z d^a r - \mathfrak{T} d^a s + \chi d^v p + \eta d^v q + \zeta d^v r + \tau d^v s \end{cases} \\
&= - d^a w - X d^a p - Y d^a q - Z d^a r - T d^a s + \chi d^v p + \eta d^v q + \zeta d^v r + \tau d^v s
\end{aligned}$$

Est porro $d^a p = \varpi$, $d^a q = \mathfrak{q}$, $d^a r = \mathfrak{r}$, $d^a s = \mathfrak{s}$;

$$d^a w = \begin{cases} w' d^a x + w'' d^a y + w''' d^a z + w^{iv} d^a t + w^{vi} d^a u + w^{vii} d^a p \\ + w^{viii} d^a q + w^{ix} d^a r + w^{x} d^a s \end{cases}$$

$= w'\chi + w''\eta + w'''\zeta + w^{iv}\tau + w^{vi}\upsilon + w^{vii}\pi + w^{viii}q + w^{ix}r + w^{x}s$;
$d^{v}p = \mathfrak{P}$, $d^{v}q = \mathfrak{Q}$, $d^{v}r = \mathfrak{R}$, $d^{v}s = \mathfrak{S}$.

Hinc fit $d^{v}(p\chi + q\eta + r\zeta + s\tau - \mathfrak{u})$

$$= \left\{ \begin{array}{l} \begin{matrix}-w'\\+\mathfrak{P}\end{matrix}\Bigg|\chi\begin{matrix}-w''\\+\mathfrak{Q}\end{matrix}\Bigg|\eta\begin{matrix}-w'''\\+\mathfrak{R}\end{matrix}\Bigg|\zeta\begin{matrix}-w^{iv}\\+\mathfrak{S}\end{matrix}\Bigg|\tau - w^{vi}.\,\mathfrak{u}\begin{matrix}-w^{vii}\\-X\end{matrix}\Bigg|\pi \\ \qquad\qquad \begin{matrix}-w^{viii}\\-Y\end{matrix}\Bigg|q\begin{matrix}-w^{ix}\\-Z\end{matrix}\Bigg|r\begin{matrix}-w^{x}\\-\mathfrak{T}\end{matrix}\Bigg|s \end{array} \right.$$

Quod ponendo $= M(p\chi + q\eta + r\zeta + s\tau - \mathfrak{u})$, hae prodeunt aequationes:

2) $X + w^{vii} = 0$
3) $Y + w^{viii} = 0$
4) $Z + w^{ix} = 0$
5) $\mathfrak{T} + w^{x} = 0$
6) $\mathfrak{P} - w' = p\,w^{vi}$
7) $\mathfrak{Q} - w'' = q\,w^{vi}$
8) $\mathfrak{R} - w''' = r\,w^{vi}$
9) $\mathfrak{S} - w^{iv} = s\,w^{vi}$

Quibus aequationibus junctis cum prima (1) hi prodeunt valores novem quantitatum $X, Y, Z, \mathfrak{T}, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}, \mathfrak{S}, \mathfrak{U}$,

1) $X = -w^{vii}$
2) $Y = -w^{viii}$
3) $Z = -w^{ix}$
4) $\mathfrak{T} = -w^{x}$
5) $\mathfrak{P} = w' + p\,w^{vi}$
6) $\mathfrak{Q} = w'' + q\,w^{vi}$
7) $\mathfrak{R} = w''' + r\,w^{vi}$
8) $\mathfrak{S} = w^{iv} + s\,w^{vi}$
9) $\mathfrak{U} = w - p\,w^{vii} - q\,w^{viii} - r\,w^{ix} - s\,w^{x}$.

Jam ex aequationibus auxiliaribus

$$dx = X\,dv$$
$$dy = Y\,dv$$
$$dz = Z\,dv$$
$$dt = \mathfrak{T}\,dv$$
$$du = \mathfrak{U}\,dv$$

dp

$$dp = \mathfrak{P}dv$$
$$dq = \mathfrak{Q}dv$$
$$dr = \mathfrak{R}dv$$
$$ds = \mathfrak{S}dv$$

definiendi sunt valores τῶν x, y, z, t, u, p, q, r, s per v et novem constantes arbitrarias a, b, ... k expressi. Quas deinceps expressiones complete differentiando, ipsis etiam constantibus variabilium instar habitis, substitutione quantitatum et differentialium facta aequatio proposita transformabitur in aequationem inter novem variabiles a, b, c, ... k. Hujus autem aequationis integrale completum ex problemate (IX) derivandum est. Tumque quantitates a, b, c, ... k per variabiles x, y, z, t, u, p, q, r, s, v, exprimendo, integratio quinque aequationibus hujus formae exhibebitur:

1) $F(x, y, z, t, u, v, p, q, r, s) = \psi[f(x, \ldots s), \overset{1}{f}(x, \ldots s), \overset{2}{f}(x, \ldots s), \overset{3}{f}(x, \ldots s)]$,

2) $\overset{1}{F}(x, \ldots s) = \psi'[f(x, \ldots s)]$

3) $\overset{2}{F}(x, \ldots s) = \psi'[\overset{1}{f}(x, \ldots s)]$

4) $\overset{3}{F}(x, \ldots s) = \psi'[\overset{2}{f}(x, \ldots s)]$

5) $\overset{4}{F}(x, \ldots s) = \psi'[\overset{3}{f}(x, \ldots s)]$

ex quibus, quotientes differentiales p, q, r, s, eliminatos concipiendo, prodit aequatio quaesita inter ipsas variabiles x, y, z, t, u, v.

§. 14.

Problema XI.

Aequationem differentialem inter decem variabiles per systema quinque aequationum integrare.

Solutio.

Sit aequatio proposita inter decem variabiles u, x, y, z, t, p, q, r, v, w, haec:

$$du = Pdx + Qdy + Rdz + Sdt + Tdp + Udq + Wdr + \mathfrak{X}dv + \mathfrak{Y}dw.$$

Ad quam per systema quinque aequationum integrandum requiritur, ut eadem transformetur in aequationem inter novem variabiles, quippe quam per tale systema integrabilem esse ex §. 12. constat. Haec transformatio eadem methodo perficitur, qua hactenus usi sumus. Ponatur nimirum

$$
\begin{aligned}
dx &= X du + \chi da + \ldots + \chi^{\mathrm{viii}} dk \\
dy &= Y du + \upsilon da + \ldots\ldots\ldots \\
dz &= Z du + \zeta da + \ldots\ldots\ldots \\
dt &= \mathfrak{T} du + \tau da + \ldots\ldots\ldots \\
dp &= \mathfrak{P} du + \pi da + \ldots\ldots\ldots \\
dq &= \mathfrak{Q} du + q da + \ldots\ldots\ldots \\
dr &= \mathfrak{R} du + r da + \ldots\ldots\ldots \\
dv &= \mathfrak{V} du + \mathfrak{v} da + \ldots\ldots\ldots \\
dw &= \mathfrak{W} du + \mathfrak{w} da + \ldots\ldots\ldots
\end{aligned}
$$

His valoribus in aequatione proposita substitutis, prodit aequatio inter u et novem quantitates in calculum introductas a, b, . . . k. Quae nunc aequatio ab u et du liberanda est. Quem in finem formentur ratione hactenus adhibita novem aequationes conditionales, ex quibus quantitates X, Y, Z, . . . $\mathfrak{W}$ tanquam functiones quantitatum x, y, . . . w, u determinare licet. Qua determinatione inventa formentur hae aequationes auxiliares

$$
\begin{aligned}
dx &= X du \\
dy &= Y du \\
&\ldots\ldots \\
dw &= \mathfrak{W} du
\end{aligned}
$$

ex iisque x, y, . . . w per u et novem constantes arbitrarias a, b, c, . . . k exprimantur; tumque his expressionibus complete differentiatis, constantibus etiam variatis, per substitutionem aequatio proposita transformabitur in aequationem differentialem inter novem quantitates a, b, . . . k. Quam ex problemate (IX) §. 12. integrando, tumque loco quantitatum a, b, . . . k earundem expressiones per ipsas decem variabiles x, y, . . . w, u substituendo, integratio aequationis propositae quinque aequationibus hujus formae absolvetur:

$$
\begin{aligned}
&1)\ F(x, y, z, t, p, q, r, v, w, u) = \psi\,[f(x, \ldots u), \overset{1}{f}(x, \ldots u), \overset{2}{f}(x, \ldots u), \overset{3}{f}(x, \ldots u)] \\
&2)\ \overset{1}{F}(x, \ldots u) = \psi'\,[f(x, \ldots u)] \\
&3)\ \overset{2}{F}(x, \ldots u) = \psi'\,[\overset{1}{f}(x, \ldots, u)] \\
&4)\ \overset{3}{F}(x, \ldots u) = \psi'\,[\overset{2}{f}(x, \ldots u)] \\
&5)\ \overset{4}{F}(x, \ldots u) = \psi'\,[\overset{3}{f}(x, \ldots u)]
\end{aligned}
$$

ubi signis $F, \overset{1}{F}, \ldots \overset{4}{F}, f, \overset{1}{f}, \ldots \overset{3}{f}$, functiones notas, signo ψ functionem arbitrariam designari, nec non quomodo signum ψ' in quavis aequationum (2) — (5) accipiendum sit, ex §. 3. constat.

§. 15.

Ex casibus hactenus expositis progressus ulterior ad quotcunque variabiles satis superque manifestus est; indeque sequitur integratio completa aequationum differentiarum partialium primi ordinis inter quotcunque variabiles; nec minus evidens est, eadem methodo aequationes differentiales vulgares itidem primi ordinis inter $2m$ et $2m-1$ variabiles per systema m aequationum integrabiles esse.

Cum vero haec solutio poscat transformationem aequationis differentialis inter $2m$ variabiles in aequationem inter $2m-1$ variabiles, ostendendum restat, qua lege haec transformatio generaliter sit instituenda. Duo hic problemata discernenda videntur, alterum speciale, alterum generale. Primo quidem aequatio differentiarum partialium inter m variabiles, considerata tanquam aequatio differentialis vulgaris inter $2m-2$ variabiles ad aequationem inter $2m-3$ variabiles revocanda est. Deinde generaliter aequatio quaecunque differentialis primi ordinis inter $2m$ variabiles in aequationem inter $2m-1$ variabiles transformanda est. Priorem reductionem seorsim exponere convenit, quoniam ea calculo satis compendioso per formulas simplicissimas peragitur. Transformatio contra generalior calculos complicatiores postulat, quorum legem magis absconditam illustrare operae pretium esse videtur.

Quae modo dicta problematis duobus sequentibus absolvuntur.

§. 16.

Problema XII.

Aequationem differentiarum partialium inter $n+1$ variabiles ad aequationem differentialem vulgarem inter $2n-1$ variabiles reducere.

Solutio.

Designentur n variabiles literis $\overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \overset{3}{x}, \ldots \overset{n}{x}$, et $n+1^{ta}$, quae tanquam harum functio consideratur, littera z. Sint porro quotientes differentiales τῆς z, secundum istas variabiles accepti, $= \overset{1}{p}, \overset{2}{p}, \overset{3}{p} \ldots \overset{n}{p}$, eritque

$$dz = \overset{1}{p} d\overset{1}{x} + \overset{2}{p} d\overset{2}{x} + \overset{3}{p} d\overset{3}{x} \ldots + \overset{n}{p} d\overset{n}{x}.$$

Jam cum detur relatio inter quotientes differentiales et ipsas variabiles, assumere licet $\overset{n}{p}$ tanquam functionem datam τῶν

$$\overset{1}{x},\ \overset{2}{x},\ \ldots\ \overset{n}{x},\ z,\ \text{et}\ \overset{1}{p},\ \overset{2}{p},\ \ldots\ \overset{n-1}{p}\ .$$

Sit igitur $\overset{n}{p} = \varphi\left(\overset{1}{x},\ \overset{2}{x},\ \overset{3}{x},\ \ldots\ \overset{n}{x},\ z,\ \overset{1}{p},\ \overset{2}{p},\ \ldots\ \overset{n-1}{p}\right)$,

tum erit ex La Grangii notandi ratione

$$d\overset{n}{p} = \varphi'\overset{1}{x}.d\overset{1}{x} + \varphi'\overset{2}{x}.d\overset{2}{x}\ldots + \varphi'\overset{n}{x}.d\overset{n}{x} + \varphi' z.dz + \varphi'\overset{1}{p}.d\overset{1}{p}\ldots + \varphi'\overset{n-1}{p}.d\overset{n-1}{p},$$

ubi $\varphi'\overset{1}{x},\ \varphi'\overset{2}{x}\ldots$ itidem sunt functiones datae.

Ponamus nunc more hactenus servato

$$\begin{aligned}
d\overset{1}{x} &= \overset{1}{X}d\overset{n}{x} + \overset{1}{A}da + \overset{1}{B}db + \overset{1}{C}dc + \ldots + \overset{1}{M}dm\\
d\overset{2}{x} &= \overset{2}{X}d\overset{n}{x} + \overset{2}{A}da + \overset{2}{B}db + \overset{2}{C}dc + \ldots\\
d\overset{3}{x} &= \overset{3}{X}d\overset{n}{x} + \overset{3}{A}da + \overset{3}{B}db + \overset{3}{C}dc + \ldots\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
d\overset{n-1}{x} &= \overset{n-1}{X}d\overset{n}{x} + \overset{n-1}{A}da + \overset{n-1}{B}db + \overset{n-1}{C}dc + \ldots\\
dz &= Zd\overset{n}{x} + \overset{1}{\zeta}da + \overset{2}{\zeta}db + \overset{3}{\zeta}dc + \ldots\\
d\overset{1}{p} &= \overset{1}{P}d\overset{n}{x} + \overset{1}{\mathfrak{A}}da + \overset{1}{\mathfrak{B}}db + \overset{1}{\mathfrak{C}}dc + \ldots\\
d\overset{2}{p} &= \overset{2}{P}d\overset{n}{x} + \overset{2}{\mathfrak{A}}da + \overset{2}{\mathfrak{B}}db + \overset{2}{\mathfrak{C}}dc + \ldots\\
d\overset{3}{p} &= \overset{3}{P}d\overset{n}{x} + \overset{3}{\mathfrak{A}}da + \overset{3}{\mathfrak{B}}db + \overset{3}{\mathfrak{C}}dc + \ldots\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
d\overset{n-1}{p} &= \overset{n-1}{P}d\overset{n}{x} + \overset{n-1}{\mathfrak{A}}da + \overset{n-1}{\mathfrak{B}}db + \overset{n-1}{\mathfrak{C}}dc + \ldots
\end{aligned}$$

tum aequatio proposita in hanc abit:

$$0 = \left.\begin{array}{r}\overset{1}{p}\overset{1}{X}\\+\overset{2}{p}\overset{2}{X}\\+\overset{3}{p}\overset{3}{X}\\ \ldots\\+\overset{n-1}{p}\overset{n-1}{X}\\+\overset{n}{p}\\-Z\end{array}\right| d\overset{n}{x}
+\left.\begin{array}{r}\overset{1}{p}\overset{1}{A}\\+\overset{2}{p}\overset{2}{A}\\ \\ \ldots\\+\overset{n-1}{p}\overset{n-1}{A}\\ \\-\overset{1}{\zeta}\end{array}\right| da
+\left.\begin{array}{r}\overset{1}{p}\overset{1}{B}\\+\overset{2}{p}\overset{2}{B}\\ \\ \ldots\\+\overset{n-1}{p}\overset{n-1}{B}\\ \\-\overset{2}{\zeta}\end{array}\right| db
+\left.\begin{array}{r}\overset{1}{p}\overset{1}{C}\\+\overset{2}{p}\overset{2}{C}\\ \\ \ldots\\+\overset{n-1}{p}\overset{n-1}{C}\\ \\-\overset{3}{\zeta}\end{array}\right| dc + \ldots$$

Quo nunc haec aequatio a $d\overset{n}{x}$ et ab $\overset{n}{x}$ liberetur, poni debet primo

$$Z = \overset{1}{p}\overset{1}{X} + \overset{2}{p}\overset{2}{X} + \overset{3}{p}\overset{3}{X} \ldots + \overset{n-1}{p}\overset{n-1}{X} + \overset{n}{p}.$$

Deinde quotiens $\dfrac{d\overset{n}{x}(\overset{1}{p}\overset{1}{A} + \overset{2}{p}\overset{2}{A} \ldots + \overset{n-1}{p}\overset{n-1}{A} - \overset{1}{\zeta})}{\overset{1}{p}\overset{1}{A} + \overset{2}{p}\overset{2}{A} \ldots + \overset{n-1}{p}\overset{n-1}{A} - \overset{1}{\zeta}}$

invariatus manere debet, litteram A cum B, C, D, ... nec non $\overset{1}{\zeta}$ cum $\overset{2}{\zeta}, \overset{3}{\zeta}, \overset{4}{\zeta}$ etc. permutando. Est autem, brevitatis caussa differentialia secundum $\overset{n}{x}$ simpliciter littera d designando, $d(\overset{1}{p}\overset{1}{A} + \overset{2}{p}\overset{2}{A} \ldots + \overset{n-1}{p}\overset{n-1}{A} - \overset{1}{\zeta})$

$$= \overset{1}{p}d\overset{1}{A} + \overset{2}{p}d\overset{2}{A} \ldots + \overset{n-1}{p}d\overset{n-1}{A} - d\overset{1}{\zeta} + \overset{1}{A}d\overset{1}{p} + \overset{2}{A}d\overset{2}{p} \ldots + \overset{n-1}{A}d\overset{n-1}{p}$$

$$= \overset{1}{p}d^2\overset{1}{X} + \overset{2}{p}d^2\overset{2}{X} \ldots + \overset{n-1}{p}d^2\overset{n-1}{X} - d^2Z + \overset{1}{A}d\overset{1}{p} + \overset{2}{A}d\overset{2}{p} \ldots + \overset{n-1}{A}d\overset{n-1}{p}$$

$$= \left\{\begin{array}{l} d^2(\overset{1}{X}\overset{1}{p} + \overset{2}{X}\overset{2}{p} \ldots + \overset{n-1}{X}\overset{n-1}{p} - Z) \\ -\overset{1}{X}d^2\overset{1}{p} - \overset{2}{X}d^2\overset{2}{p} \ldots - \overset{n-1}{X}d^2\overset{n-1}{p} + \overset{1}{A}d\overset{1}{p} + \overset{2}{A}d\overset{2}{p} \ldots + \overset{n-1}{A}d\overset{n-1}{p} \end{array}\right.$$

$$= -d^2\overset{n}{p} - \overset{1}{X}d^2\overset{1}{p} - \overset{2}{X}d^2\overset{2}{p} \ldots \overset{n-1}{X}d^2\overset{n-1}{p} + \overset{1}{A}d\overset{1}{p} + \overset{2}{A}d\overset{2}{p} \ldots + \overset{n-1}{A}d\overset{n-1}{p}.$$

Est autem $d^2\overset{1}{p} = \overset{1}{\mathfrak{A}}$, $d^2\overset{2}{p} = \overset{2}{\mathfrak{A}}$, ... $d^2\overset{n-1}{p} = \overset{n-1}{\mathfrak{A}}$;

$$d^2\overset{n}{p} = \left\{\begin{array}{l} \varphi'\overset{1}{x}.d^2\overset{1}{x} + \varphi'\overset{2}{x}.d^2\overset{2}{x} \ldots + \varphi'\overset{n-1}{x}.d^2\overset{n-1}{x} + \varphi'z.d^2z \\ + \varphi'\overset{1}{p}.d^2\overset{1}{p} + \varphi'\overset{2}{p}.d^2\overset{2}{p} \ldots + \varphi'\overset{n-1}{p}.d^2\overset{n-1}{p} \end{array}\right.$$

$$= \left\{\begin{array}{l} \varphi'\overset{1}{x}.\overset{1}{A} + \varphi'\overset{2}{x}.\overset{2}{A} \ldots + \varphi'\overset{n-1}{x}.\overset{n-1}{A} + \varphi'z.\overset{1}{\zeta} \\ \varphi'\overset{1}{p}.\overset{1}{\mathfrak{A}} + \varphi'\overset{2}{p}.\overset{2}{\mathfrak{A}} \ldots + \varphi'\overset{n-1}{p}.\overset{n-1}{\mathfrak{A}}; \end{array}\right.$$

porro $d\overset{1}{p} = \overset{1}{P}$, $d\overset{2}{p} = \overset{2}{P}$, $d\overset{3}{p} = \overset{3}{P}$, ... $d\overset{n-1}{p} = \overset{n-1}{P}$.

Hinc fit $d(\overset{1}{p}\overset{1}{A} + \overset{2}{p}\overset{2}{A} + \ldots + \overset{n-1}{p}\overset{n-1}{A} - \overset{1}{\zeta}) =$

$$\left\{\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l} -\varphi'\overset{1}{x} \\ +\overset{1}{P} \end{array}\right| \overset{1}{A} \left.\begin{array}{l} -\varphi'\overset{2}{x} \\ +\overset{2}{P} \end{array}\right| \overset{2}{A} \ldots \left.\begin{array}{l} -\varphi'\overset{n-1}{x} \\ +\overset{n-1}{P} \end{array}\right| \overset{n-1}{A} - \varphi'z.\overset{1}{\zeta} \\ \\ \left.\begin{array}{l} -\varphi'\overset{1}{p} \\ -\overset{1}{X} \end{array}\right| \overset{1}{\mathfrak{A}} \left.\begin{array}{l} -\varphi'\overset{2}{p} \\ -\overset{2}{X} \end{array}\right| \overset{2}{\mathfrak{A}} \ldots \left.\begin{array}{l} -\varphi'\overset{n-1}{p} \\ -\overset{n-1}{X} \end{array}\right| \overset{n-1}{\mathfrak{A}} \end{array}\right.$$

Conditio igitur quoad praedictum quotientem adimplebitur, si ponatur:

1) $\overset{1}{x} = -\varphi'\overset{1}{p}$

2) $\overset{2}{x} = -\varphi'\overset{2}{p}$

. . . . .

n − 1) $\overset{n-1}{x} = -\varphi'\overset{n-1}{p}$

n) $\overset{1}{P} - \varphi'\overset{1}{x} = \varphi' z . \overset{1}{p}$

sive $\overset{1}{P} = \varphi'\overset{1}{x} + \overset{1}{p} . \varphi' z$

n + 1) $\overset{2}{P} = \varphi'\overset{2}{x} + \overset{2}{p}\varphi' z$

n + 2) $\overset{3}{P} = \varphi'\overset{3}{x} + \overset{3}{p}\varphi' z$

. . . .

2n − 1) $\overset{n-1}{P} = \varphi'\overset{n-1}{x} + \overset{n-1}{p} . \varphi' z.$

Hinc fit ex aequatione priori

2n − 1) $Z = \overset{n}{p} - \overset{1}{p}\varphi'\overset{1}{p} - \overset{2}{p}\varphi'\overset{2}{p} \ldots - \overset{n-1}{p}\varphi'\overset{n-1}{p}.$

Quare aequationes differentiales auxiliares hae sunt:

1) $d\overset{1}{x} = -\varphi'\overset{1}{p} . d\overset{n}{x}$

2) $d\overset{2}{x} = -\varphi'\overset{2}{p} . d\overset{n}{x}$

3) $d\overset{3}{x} = -\varphi'\overset{3}{p} . d\overset{n}{x}$

. . . .

n − 1) $d\overset{n-1}{x} = -\varphi'\overset{n-1}{p} . d\overset{n}{x}$

n) $dz = (\overset{n}{p} - \overset{1}{p}\varphi'\overset{1}{p} - \overset{2}{p}\varphi'\overset{2}{p} \ldots - \overset{n-1}{p}\varphi'\overset{n-1}{p}) . d\overset{n}{x}$

n + 1) $d\overset{1}{p} = (\varphi'\overset{1}{x} + \overset{1}{p}\varphi' z)\, d\overset{n}{x}$

n + 2) $d\overset{2}{p} = (\varphi'\overset{2}{x} + \overset{2}{p}\varphi' z)\, d\overset{n}{x}$

. . . .

2n − 1) $d\overset{n-1}{p} = (\varphi'\overset{n-1}{x} + \overset{n-1}{p}\varphi' z)\, d\overset{n}{x}$

Ex quibus integrando $\overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \ldots \overset{n-1}{x}, z, \overset{1}{p}, \overset{2}{p}, \ldots \overset{n-1}{p}$ per $\overset{n}{x}$ et $2n - 1$ constantes arbitrarias a, b, c, e, ... exprimi debent (§. 2.). Quas deinceps expressiones

complete differentiando, (constantibus etiam variabilium instar habitis), et in aequatione proposita substituendo, haec in aequationem differentialem vulgarem inter praedictas $2n-1$ quantitates $a, b, c, \ldots, e$, abit.

§. 17.

Problema XIII.

Aequationem differentialem vulgarem primi ordinis inter $2m$ variabiles in aequationem similem inter $2m-1$ variabiles transformare.

Solutio.

Ex solutionibus supra pro 4, 6, 8, 10 variabilibus traditis constat, $2m-1$ variabiles aequationis differentialis propositae tanquam functiones $2m^{tae}$ et $2m-1$ novarum quantitatum, illarum loco introducendarum, exprimendas esse. Quas quidem novas quantitates pro constantibus habendo, prodeunt $2m-1$ aequationes differentiales auxiliares, quarum integratio completa ipsas functiones desideratas suppeditat. At vero ad formandas hasce aequationes auxiliares requiruntur $2m-1$ quantitates, quarum valores per totidem aequationes conditionales determinantur. Haec determinatio, si consueta eliminandi methodo tractetur, calculos nimium complicatos et operosos postulat; ipsaque praecepta generalia, quae **Bezout** et **Cramer** de eliminatione tradiderunt, in casu substrato parum commodi afferre videntur. Accuratius vero considerando praedictas aequationes conditionales et formulas ex earum solutione actu evolutas, ad duas leges satis simplices easque generales perveni, quas hic breviter exponere sufficiat [h]).

Lex prima formationis aequationum differentialium auxiliarium.

Inchoemus a casu primo quatuor variabilium, seu ab aequatione $dz = Pdx + Qdy + Rdp$, pro qua supra §. 4. evolvimus has aequationes auxiliares:

$$\frac{dy}{dz} = \frac{PR^{iv} - RP^{iv} + R' - P'''}{PQ''' - P'''Q + QR' - Q'R + RP'' - P''R},$$

$$\frac{dp}{dz} = \frac{QP^{iv} - PQ^{iv} + P'' - Q'}{PQ''' - P'''Q + QR' - Q'R + RP'' - PR''},$$

$$\frac{dx}{dz} = \frac{RQ^{iv} - QR^{iv} + Q''' - R''}{PQ''' - P'''Q + QR' - Q'R + RP'' - PR''}.$$

h) Harum legum, calculis haud parum molestis confirmatarum, demonstrationem nimis quidem prolixam hic omitto, quanquam breviorem eam reddi posse haud dubito.



Quo lex generalis evidentior fiat, aequatio differentialis proposita sub hac forma exhibeatur: $o = A\,da + B\,db + C\,dc + E\,de$, ubi litterae a, b, c, e cum iis, per quas supra constantes ex integratione aequationum auxiliarium ingressas notavimus, haud permiscendae, indeque hae constantes aliis litteris e.g. $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ vel $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}, \ldots$ designandae sunt. Tum erunt $x, y, p, z = a, b, c, e$;

$$P = -\frac{A}{E},\ Q = -\frac{B}{E},\ R = -\frac{C}{E};$$

hinc $$PQ''' - P'''Q = \frac{PdQ - QdP}{dp} = \frac{P^2 d\frac{Q}{P}}{dp} = \frac{A^2}{E^2} \cdot \frac{d\frac{B}{A}}{dc} = \frac{AdB - BdA}{E^2 dc};$$

simili modo est $$QR' - Q'R = \frac{BdC - CdB}{E^2 da};$$

$$RP'' - PR'' = \frac{CdA - AdC}{E^2 db};\ PR^{IV} - RP^{IV} = \frac{AdC - CdA}{E^2 de};$$

$$R' - P''' = \frac{dR}{dx} - \frac{dP}{dp} = \frac{-EdC + CdE}{E^2 da} + \frac{EdA - AdE}{E^2 dc}.$$

Hinc fit $$\frac{db}{de} = \frac{\frac{AdC - CdA}{de} + \frac{CdE - EdC}{da} + \frac{EdA - AdE}{dc}}{\frac{AdB - BdA}{dc} + \frac{BdC - CdB}{da} + \frac{CdA - AdC}{db}}.$$

Simili modo exprimere licet $\frac{dc}{de}$ et $\frac{da}{de}$. Quod si nunc omisso termino $B\,db$ fingatur aequatio: $o = A\,da + C\,dc + E\,de$, notum est, conditionem integrabilitatis hujus aequationis, tanquam aequationis inter tres variabiles, duas independentes supponendo, hac aequatione exprimi: (Euler Calc. Integr. Vol. III. p. 6.)

$$o = \frac{AdC - CdA}{de} + \frac{CdE - EdC}{da} + \frac{EdA - AdE}{dc}.$$

Hanc formulam integrabilitatis (quam hoc loco tantum compendii caussa in auxilium vocamus, tanquam expressionem analyticam notam et formatu facilem), designemens hoc charactere: (ACE), ubi ad ordinem litterarum A, C, E, respi-

respiciendum est, ita quidem ut sit

$$(AEC) = \frac{AdE - EdA}{dc} + \frac{EdC - CdE}{da} + \frac{CdA - AdC}{de} = -(ACE).$$

$$\text{et } (ECA) = \frac{EdC - CdE}{da} + \frac{CdA - AdC}{de} + \frac{AdE - EdA}{dc} = -(ACE).$$

Simili modo denominator fractionis, qua $\frac{db}{de}$ exprimitur, signo (ABC) notandus est; indeque prodit $\frac{db}{de} = \frac{(ACE)}{(ABC)}$, sive $o = \frac{db}{(ACE)} + \frac{de}{(ACB)}$;

In hac aequatione permutando invicem e et c, E et C (quoniam termini aequationis differentialis propositae ad lubitum transponi possunt), erit

$$o = \frac{db}{(AEC)} + \frac{dc}{(AEB)}, \text{ sive } o = \frac{db}{(ACE)} + \frac{dc}{(ABE)};$$

deinde in priori aequatione permutando e et a, E et A, fit

$$o = \frac{db}{(ECA)} + \frac{da}{(ECB)}, \text{ sive } o = \frac{db}{(ACE)} + \frac{da}{(BCE)}.$$

Inde aequationes tres auxiliares hanc formam induunt:

$$1) \qquad o = \frac{db}{(ACE)} + \frac{dc}{(ABE)}$$

$$2) \qquad o = \frac{db}{(ACE)} + \frac{de}{(ACB)}$$

$$3) \qquad o = \frac{db}{(ACE)} + \frac{da}{(BCE)},$$

ubi observare licet, quod ex denominatore τοῦ db, oriantur denominatores τῶν dc; de; et da; ponendo B pro C; E; A. Eaedem aequationes sub hac forma etiam exhiberi possunt:

$$1) \qquad o = \frac{da}{(BCE)} + \frac{dc}{(BAE)}$$

$$2) \qquad o = \frac{da}{(BCE)} + \frac{de}{(BCA)}$$

$$3) \qquad o = \frac{da}{(BCE)} + \frac{db}{(ACE)},$$

ubi nunc ex denominatore τῶ da prodeunt denominatores τῶν dc; de; db, ponendo A pro C; E; B.

Transeamus nunc ad aequationem inter sex variabiles hanc:

$$o = A da + B db + C dc + E de + F df + G dg,$$

ex supra §. 8. demonstratis sponte sequitur aequatio auxiliaris inter db et dg haec:

$$\frac{db}{dg} = \frac{(ACE).(AFG) - (ACF).(AEG) + (ACG).(AEF)}{(ABC).(AEF) - (ABE).(ACF) + (ABF).(ACE)},$$

$$\text{sive} \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{db}{(ACE)(AFG) - (ACF)(AEG) + (ACG)(AEF)} \\ + \dfrac{dg}{(ACE)(AFB) - (ACF).(AEB) + (ACB)(AEF)} \end{array} \right.$$

Permutando invicem a et b, A et B, fit

$$o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(BCE)(BFG) - (BCF)(BEG) + (BCG)(BEF)} \\ + \dfrac{dg}{(BCE)(BFA) - (BCF)(BEA) + (BCA)(BEF)} \end{array} \right.$$

Permutando hîc invicem c et g, C et G, fit

$$o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(BGE)(BFC) - (BGF)(BEC) + (BGC)(BEF)} \\ + \dfrac{dc}{(BGE)(BFA) - (BGF)(BEA) + (BGA)(BEF)} \end{array} \right.$$

$$\text{sive } o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(BCE)(BFG) - (BCF)(BEG) + (BCG)(BEF)} \\ + \dfrac{dc}{(BAE)(BFG) - (BAF)(BEG) + (BAG)(BEF)} \end{array} \right.$$

Simili modo aequatio inter da, de; et da, df reperitur. Quare hae quatuor aequationes auxiliares prodeunt:

$$1)\ o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(BCE)(BFG) - (BCF)(BEG) + (BCG)(BEF)} \\ + \dfrac{dc}{(BAE)(BFG) - (BAF)(BEG) + (BAG)(BEF)} \end{array} \right.$$

$$2)\ o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(BCE)(BFG) - (BCF)(BEG) + (BCG)(BEF)} \\ + \dfrac{de}{(BCA)(BFG) - (BCF)(BAG) + (BCG)(BAF)} \end{array} \right.$$

$$3)\ o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(BCE)(BFG) - (BCF)(BEG) + (BCG)(BEF)} \\ + \dfrac{df}{(BCE)(BAG) - (BCA)(BEG) + (BCG)(BEA)} \end{array} \right.$$

$$4)\ o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(BCE)(BFG) - (BCF)(BEG) + (BCG)(BEF)} \\ + \dfrac{dg}{(BCE)(BFA) - (BCF)(BEA) + (BCA)(BEF)} \end{array} \right.$$

ubi ex denominatore τοῦ da prodeunt denominatores τῶν dc; de; df; dg, ponendo A pro C; E; F; G. Haec lex exceptionem patitur pro aequatione differentiali inter da et db; quae ipsa autem aequatio sponte derivatur ex qualibet quatuor praecedentium, e. g. ex prima, si c et b, C et B inter se invicem permutentur, unde fit

$$5)\ o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{(CBE)(CFG) - (CBF)(CEG) + (CBG)(CEF)} \\ + \dfrac{db}{(CAE)(CFG) - (CAF)(CEG) + (CAG)(CEF)} \end{array} \right.$$

Simili quidem ratione etiam aequationes (2), (3), (4) ex (1) derivare licet, verum ratio differentiae in eo cernitur, quod permutando c cum e, f, g; C cum E, F, G, denominator τοῦ da signum tantum mutet, permutando autem c et b, ipse denominator immutetur. Quare modus supra dictus deducendi aequationes (2), (3), (4) simplicior videtur.

Progrediamur ad aequationem inter octo variabiles hanc:

$$o = Ada + Bdb + Cdc + Ede + Fdf + Gdg + Hdh + Idi,$$

tum erunt aequationes auxiliares hae:

$$1)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{dc}{\mathfrak{C}},$$

$$2)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{de}{\mathfrak{E}},$$

$$3)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{df}{\mathfrak{F}},$$

$$4)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{dg}{\mathfrak{G}},$$

$$5)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{dh}{\mathfrak{H}},$$

$$6)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{di}{\mathfrak{I}},$$

$$7)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{db}{\mathfrak{B}},$$

Lex supra expressa hic etiam observatur, ut nimirum denominatores τῶν dc, de, df, dg, dh, di, sive $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{E}$, $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{G}$, $\mathfrak{H}$, $\mathfrak{I}$, ex denominatore $\mathfrak{A}$ τȣ da oriantur, ponendo A pro C, E, F, G, H, I. Septima autem aequatio ex prima oritur, permutando in hac inter se invicem c et b, C et B. Restat igitur tantum, ut determinetur denominator $\mathfrak{A}$, ejusque fomandi lex eruatur. Reperitur autem, calculis rite subductis, factores communes aequationum auxiliarium omittendo, et terminos se mutuo destruentes delendo,

$$\mathfrak{A} = \begin{cases} (BCE)(BFG)(BHI) - (BCE)(BFH)(BGI) + (BCE)(BFI)(BGH) \\ - (BCF)(BEG)(BHI) + (BCF)(BEH)(BGI) - (BCF)(BEI)(BGH) \\ + (BCG)(BEF)(BHI) - (BCG)(BEH)(BFI) + (BCG)(BEI)(BFH) \\ - (BCH)(BEF)(BGI) + (BCH)(BEG)(BFI) - (BCH)(BEI)(BFG) \\ + (BCI)(BEF)(BGH) - (BCI)(BEG)(BFH) + (BCI)(BEH)(BFG). \end{cases}$$

Separando litteram B, termini hujus expressionis complectuntur permutationes litterarum reliquarum C, E, F, G, H, I, (exclusa prima A), quae sub hac restrictione fieri possunt, ut litterae in quavis complexione (ex. gr. C, G, E, H, F, I in termino octavo τȣ $\mathfrak{A}$) prima, tertia, quinta (e. gr. C, E, F), in genere imparem locum obtinentes inter se rite sint ordinatae, et litterarum quaevis pari loco constituta (G, H, I) sit ordine alphabetico posterior littera in loco impari proxime praecedente (C, E, F). His formis rite inter se ordinatis, i. e. secundum ordinem lexicographicum (e. g. C, G, E, H, F, I ante C, G, E, I, F, H) terminorum signa alternant. Haec lex restrictiva permutationum etiam sic enuntiari potest, ut singulas complexiones dispertiendo in dyades, sive clas-

ses binorum elementorum, ipsae dyades tam quoad sua elementa, quam inter se invicem rite debeant esse ordinatae.

Eadem nunc lege generaliter pro quotcunque litteris, vel pro aequationibus inter quotcunque variabiles, denominator τῦ $\mathfrak{A}$ formatur; cumque lex, qua reliqui denominatores ex hoc deducuntur, etiam constanter valeat, ratione exposita aequationes auxiliares universaliter formare licet. Processus autem combinatorius, quo permutationes praedictae exhibentur, satis commodus hic est: Sint litterae, quarum permutationes sub restrictione supra commemorata quaeruntur a, b, c, e, ... k, l, m, n; supponamus inventas esse permutationes litterarum c, e, ... m, n, exclusis duabus a, b: tum 1) singulis his permutationibus vel complexionibus praeponatur binio ab; 2) ex hac prima serie complexiones totidem aliae formentur, permutando b et c; 3) ex his porro aliae, permutando c et d, sicque progrediendo ex quavis serie complexionum nova formetur, litteram aliquam cum proxime sequente permutando, donec postremo m et n invicem permutentur. Qua ratione obtinentur omnes permutationes litterarum a, b, c, ... m, n, quas restrictio praedicta admittit. Manifestum est, inchoando a litteris m, n, ab his ad k, l progrediendo, et sic porro, hoc modo tandem permutationes quaesitas sub forma involutoria (ex Hindenburgii appellatione) reperiri.

Notatu dignum videtur, quod multitudo permutationum praedictarum inter 2n elementa per productum numerorum imparium 1 . 3 . 5 ... (2n − 1) exprimatur, cum ex formula vulgo nota numerus omnium permutationum possibilium sit = 1 . 2 . 3 . 4 ... 2n. [i]) Sic pro aequatione differentiali inter decem variabiles (§. 14) hac:

$$0 = A\,da + B\,db + C\,dc + E\,de + F\,df + G\,dg + H\,dh + I\,di + K\,dk + L\,dl,$$

denominator $\mathfrak{A}$ terminis constat 105 = 1 . 3 . 5 . 7, quorum evolutionem brevitatis caussa hic omitto.

i) Obiter addo propositionem combinatoriam generaliorem hanc. Si $\alpha . n$ elementa sub hac restrictione inter se permutentur, ut singulas complexiones in classes α elementorum dispertiendo, hae classes tam quoad elementa sua, quam inter se invicem rite sint ordinatae, tum erit numerus permutationum $= \frac{(n+1)(n+2) \ldots \alpha n}{(1 . 2 . 3 \ldots \alpha)^n}$. Pro $\alpha = 2$ observandum est, esse $\frac{(n+1)(n+2) \ldots (2n+1)}{1 . 3 . 5 \ldots 2n+1} = 2^n$, unde pro hoc casu particulari expressio simplicior per productum numerorum imparium prodit.

§. 18.

Continuatio.

Altera lex formationis aequationum differentialium auxiliarium.

Formulae hactenus exhibitae denominatorum 𝔄, 𝔅, ℭ, ... constant terminis, qui ipsi sunt producta plurium factorum non simplicium, sed ex sex partibus compositorum. Ita v. c. factor (BCE) est $=$

$$\frac{BdC - CdB}{de} + \frac{CdE - EdC}{db} + \frac{EdB - BdE}{dc} =$$

$$BC^{IV} - CB^{IV} + CE'' - EC'' + EB''' - BE'''.$$

Quotientes nimirum differentiales quantitatum A, B, C, ... more supra observato indicibus distinguimus, e. g $\frac{dC}{da}$ est $= C'$, $\frac{dC}{db} = C''$, $\frac{dC}{dc} = C'''$, $\frac{dC}{de} = C^{IV}$, etc. ita quidem, ut litteris tam majoribus quam minoribus (C, c) indices tribuendo numericos secundum ordinem alphabeticum, index numericus litterae majori superscriptus designet ejusdem quotientem differentialem, dum ea littera minor tanquam variabilis consideretur, cui idem index competit. Ita ex. gr. est $C^{IV} = \frac{dC}{de}$, quoniam index numericus litterae e est $= 4$.

Quod si nunc ista producta ex factoribus compositis actuali multiplicatione evolvantur, expressiones praedictae denominatorum alias formas induunt, quarum termini nunc ex productis factorum simplicium constant. Pro aequatione differentiali inter quatuor variabiles

$$o = Ada + Bdb + Cdc + Ede,$$

aequationes auxiliares ex supra demonstratis hae sunt:

$$1)\ o = \begin{cases} \dfrac{da}{BC^{IV} - CB^{IV} + CE'' - EC'' + EB''' - BE'''} \\ + \dfrac{db}{AC^{IV} - CA^{IV} + CE' - EC' + EA''' - AE'''} \end{cases}$$

sive terminos aliter ordinando,

$$o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{B(C^{IV} - E''') - C(B^{IV} - E'') + E(B''' - C')} \\ + \dfrac{db}{A(C^{IV} - E''') - C(A^{IV} - E') + E(A''' - C')} \end{array} \right.$$

$$2)\ o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{B(C^{IV} - E''') - C(B^{IV} - E'') + E(B''' - C'')} \\ + \dfrac{dc}{B(A^{IV} - E') - A(B^{IV} - E'') + E(B' - A'')} \end{array} \right.$$

$$3)\ o = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{da}{B(C^{IV} - E''') - C(B^{IV} - E'') + E(B''' - C'')} \\ + \dfrac{de}{B(C' - A''') - C(B' - A'') + A(B''' - C')} \end{array} \right.$$

In tribus his aequationibus denominatores τῶν db, dc, de, prodeunt ex denominatore τȣ̃ da, ponendo A pro B, C, E; simulque indicem τȣ̃ A sive I pro indicibus τῶν B, C, E; sive pro II, III, IV. Haec lex, ex primo denominatore τȣ̃ da ceteros derivandi, uniformiter pro quotcunque litteris a, b, c, e, f, g, h etc. valet, et quidem pro omnibus aequationibus auxiliaribus, absque ulla exceptione, quae in superiori regula formationis (§. 17.) pro aequatione inter da et db observanda erat. Quare explicandum duntaxat est, quomodo formandus sit denominator τȣ̃ da.

Pro aequatione inter sex variabiles

$$o = Ada + Bdb + Cdc + Ede + Fdf + Gdg,$$

sint aequationes auxiliares:

$$1)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{db}{\mathfrak{B}}$$

$$2)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{dc}{\mathfrak{C}}$$

$$3)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{de}{\mathfrak{E}}$$

$$4)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{df}{\mathfrak{F}}$$

$$5)\ o = \frac{da}{\mathfrak{A}} + \frac{dg}{\mathfrak{G}}$$

tum erit denominator

$$\mathfrak{A} = \left\{ \begin{array}{l} B \left(\begin{array}{l} C^{v}E^{vi} - C^{iv}F^{vi} + C^{iv}G^{v} - E^{v}C^{vi} + E'''F^{vi} - E'''G^{v} \\ + F^{iv}C^{vi} - F'''E^{vi} + F'''G^{iv} - G^{iv}C^{v} + G'''E^{v} - G'''F^{iv} \end{array} \right) \\ - C \left(\begin{array}{l} B^{v}E^{vi} - B^{iv}F^{vi} + B^{iv}G^{v} - E^{v}B^{vi} + E''F^{vi} - E''G^{v} + F^{iv}B^{vi} \\ - F''E^{vi} + F''G^{iv} - G^{iv}B^{v} + G''E^{v} - G''F^{iv} \end{array} \right) \\ + E \left(\begin{array}{l} B^{v}C^{vi} - B'''F^{vi} + B'''G^{v} - C^{v}B^{vi} + C''F^{vi} - C''G^{v} \\ + F'''B^{vi} - F''C^{vi} + F''G''' - G'''B^{v} + G''C^{v} - G''F''' \end{array} \right) \\ - F \left(\begin{array}{l} B^{iv}C^{vi} - B'''E^{vi} + B'''G^{iv} - C^{iv}B^{vi} + C''E^{vi} - C''G^{iv} \\ + E'''B^{vi} - E''C^{vi} + E''G''' - G'''B^{iv} + G''C^{iv} - G''E''' \end{array} \right) \\ + G \left(\begin{array}{l} B^{iv}C^{v} - B'''E^{v} + B'''F^{iv} - C^{iv}B^{v} + C''E^{v} - C''F^{iv} \\ + E'''B^{v} - E''C^{v} + E''F''' - F'''B^{iv} + F''C^{iv} - F''E''' \end{array} \right). \end{array} \right.$$

Hae expressiones, si ad solas litteras B, C, E, F, G, respicimus, complectuntur omnes earum terniones cum permutationibus, sive variationum in doctrina combinatoria sic dictarum tertiam classem et quidem rite ordinatam. Quomodo signa se habeant, manifestum est: ea nimirum alternant duplici respectu, primo quoad factores B, C, E, F, G, deinde quoad singulos terminos, qui in hos factores ducti sunt. Quod ad indices numericos litterarum attinet, in quavis complexione vel in quovis producto ii junguntur indices ordine naturali, qui litteris in hoc producto deficientibus (exclusa semper littera A) competunt, prima littera cujusvis producti indice caret. Ex. gr. in productis BEG, BGE, EBG, EGB, GBE, GEB adduntur secundo et tertio factori indices litterarum C. F in his productis non occurrentium, sive numeri III, V. Simili modo pro aequatione differentiali inter octo variabiles:

$$o = A da + B db + C dc + E de + F df + G dg + H dh + I di,$$

denominator $\mathfrak{A}$ complectitur omnes quaterniones septem litterarum B, C, E, F, G, H, I cum permutationibus; pro aequatione inter 10 variabiles:

$$o = A da + B db + \ldots + K dk + L dl,$$

denominator comprehendit omnes conquinationes cum permutationibus novem litterarum B, C, ... K, L. Generatim pro aequatione differentiali inter 2n variabiles, denominator τῷ da sive $\mathfrak{A}$ constat omnibus variationibus 2n − 1 litterarum B, C, E, ... (exclusa prima A) classis n^tae^. Signa terminorum, (dum classis rite sit ordinata, sive singulae complexiones procedant ordine lexico-

gra-

graphico), et indices numerici litteris jungendi sequuntur legem praedictam: nec minus ex ante dictis constat, quomodo reliqui denominatores ex primo $\mathfrak{A}$ deriventur. Transitum a prima regula formationis (§. 17.) ad hanc alteram, hujusque vim sequens exemplum monstrabit. Pro aequatione differentiali inter octo variabiles, denominator τῷ da ex regula posteriore constat terminis $7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 = 840$, qui numerus multitudinem quaternionum cum permutationibus ex septem elementis exprimit. Secundum regulam priorem denominator τῷ da constat terminis tantum 15, at si producta trium factorum, quorum quivis sex partibus constat, evolvantur, quodvis productum praebet $6 \cdot 6 \cdot 6 = 216$ partes, quare numerus terminorum denominatoris post hanc evolutionem assurgit ad $15 \cdot 216 = 3240$, quos nunc vi regulae secundae ad 840 contrahi, reliquis 2400 se mutuo destruentibus, certum est. Idque ipsum evolutione actu instituta confirmatur.

§ 19.

Quanquam methodus hactenus exposita, aequationem differentialem primi ordinis inter $2n$ variabiles ad aequationem similem inter $2n-1$ variabiles reducendi, ad quemvis variabilium numerum etiam imparem eadem ratione extendi posse videatur, accuratior tamen consideratio contrarium ostendit, atque docet, aequationem inter $2n+1$ variabiles non generaliter ad $2n$ variabiles reduci posse, sed tum demum hanc reductionem locum habere, si certa relatio inter coefficientes aequationis differentialis obtineat. Quod phaenomenon notatu dignum duobus exemplis illustrasse sufficiat.

Sit aequatio proposita inter tres variabiles haec: $dz = P dx + Q dy$, ubi P, Q sunt functiones datae τῶν x, y, z. Quod si nunc methodo hactenus adhibita hanc aequationem ad aequationem inter duas variabiles revocare tentemus, ponendum est

$$dx = X dz + \chi da + \chi' db$$
$$dy = Y dz + \eta da + \eta' db,$$

tum aequatio proposita in hanc abit:

$$o = \left.\begin{matrix} PX \\ +QY \\ -1 \end{matrix}\right| dz + \left.\begin{matrix} P\chi \\ +Q\eta \end{matrix}\right| da + \left.\begin{matrix} P\chi' \\ +Q\eta' \end{matrix}\right| db.$$

Quae ut a dz et z liberetur, poni debet

1) $PX + QY = 1$;

2) $d^2\left(\frac{P\chi' + Q\eta'}{P\chi + Q\eta}\right) = 0$ sive $\frac{d^2(P\chi + Q\eta)}{P\chi + Q\eta} = \frac{d^2(P\chi' + Q\eta')}{P\chi' + Q\eta'}$.

Est autem $d^2(P\chi + Q\eta) = \begin{cases} P d^2\chi + Q d^2\eta \\ + \chi d^2 P + \eta d^2 Q \end{cases}$

$= \begin{cases} = P d^2 X + Q d^2 Y \\ + \chi d^2 P + \eta d^2 Q \end{cases} = \begin{cases} d^2(PX + QY) - X d^2 P - Y d^2 Q \\ + \chi d^2 P + \eta d^2 Q \end{cases}$

$= - X d^2 P - Y d^2 Q + \chi d^2 P + \eta d^2 Q.$

Cum sint P et Q functiones τῶν x, y, et z, sit

$$dP = P' dx + P'' dy + P''' dz$$
$$dQ = Q' dx + Q'' dy + Q''' dz,$$

et erit $d^2 P = P' d^2 x + P'' d^2 y = P'\chi + P''\eta$,

$d^2 P = P' d^2 x + P'' d^2 y + P''' = P'X + P''Y + P'''$.

Simili modo, permutando P cum Q, exprimuntur $d^2 Q$, $d^2 Q$.

Hinc fit $\frac{d^2(P\chi + Q\eta)}{P\chi + Q\eta} = \dfrac{\left.\begin{matrix} P'X \\ + P''Y \\ + P''' \\ - XP' \\ - YQ' \end{matrix}\right\}\chi \left.\begin{matrix} + Q'X \\ + Q''Y \\ + Q''' \\ - XP'' \\ - YQ'' \end{matrix}\right\}\eta}{P\chi + Q\eta}$

$= \frac{[(P'' - Q')Y + P''']\chi + [(Q' - P'')X + Q''']\eta}{P\chi + Q\eta}$.

Eadem ratione permutando χ, η, cum χ', η' exprimitur quotiens $\frac{d^2(P\chi' + Q\eta')}{P\chi' + Q\eta'}$,

qui primo erit aequalis, si ponatur $\frac{(Q' - P'')X + Q'''}{Q} = \frac{(P'' - Q')Y + P'''}{P}$, sive

$$(Q' - P'')PX - (P'' - Q')QY + PQ''' - P'''Q = 0.$$

Quae aequatio ad determinandas duas incognitas X, Y jungenda est priori (1) $PX + QY = 1$. At sumendo ex hac $PX = 1 - QY$, et substituendo in altera aequatione, ex hac ipsa exit Y, fit enim

$$Q' - P'' - Q(Q' - P'')Y - (P'' - Q')QY + PQ''' - P'''Q = 0,$$
$$\text{i. e.} \quad Q' - P'' + PQ''' - P'''Q = 0.$$

Haec est aequatio conditionalis, sive relatio, quae inter coefficientes P, Q aequationis propositae intercedere debet, quo ea ad aequationem inter duas variabiles reduci queat.

Haec aequatio conditionalis praebet, signa usitata adhibendo,

$$0 = \frac{dQ}{dx} - \frac{dP}{dy} + \frac{PdQ}{dz} - \frac{QdP}{dz},$$

quod ipsum apprime conspirat cum noto criterio integrabilitatis aequationis $dz = Pdx + Qdy$, consideratae tanquam aequationis inter tres variabiles z, x, y, quarum una esse debet functio reliquarum duarum nullo inter se nexu analytico junctorum (§. 17.). Quod autem aequatio differentialis inter tres variabiles hoc sensu integrabilis seu illi criterio satisfaciens, ad aequationem inter duas variabiles revocari queat, aliunde demonstrare licet.

Simili modo tractetur aequatio differentialis inter quinque variabiles haec:

$$dv = Pdx + Qdy + Rdz + Sdu,$$

ubi P, Q, R, S, sunt functiones datae τῶν x, y, z, u, v. Ad transformandam hanc aequationem in aequationem inter quatuor variabiles a, b, c, e, ponamus:

$$dx = Xdu + \chi da + \chi' db + \chi'' dc + \chi''' de,$$
$$dy = Ydu + \eta da + \eta' db + \eta'' dc + \eta''' de,$$
$$dz = Zdu + \zeta da + \zeta' db + \zeta'' dc + \zeta''' de,$$
$$dv = Vdu + \upsilon da + \upsilon' db + \upsilon'' dc + \upsilon''' de;$$

tunc abit aequatio proposita in hanc:

$$0 = \left.\begin{array}{r} V \\ -PX \\ -QY \\ -RZ \\ -S \end{array}\right| du \; + \left.\begin{array}{r} \upsilon \\ -P\chi \\ -Q\eta \\ -R\zeta \\ \end{array}\right| da \; + \left.\begin{array}{r} \upsilon' \\ -P\chi' \\ -Q\eta' \\ -R\zeta' \\ \end{array}\right| db \; + \left.\begin{array}{r} \upsilon'' \\ -P\chi'' \\ -Q\eta'' \\ -R\zeta'' \\ \end{array}\right| dc \; + \left.\begin{array}{r} \upsilon''' \\ -P\chi''' \\ -Q\eta''' \\ -R\zeta''' \\ \end{array}\right| de$$

Quae aequatio ut a du et u liberetur, poni debet

$$1) \; V = PX + QY + RZ + S;$$

Deinde quotiens $\frac{d^u(\mathfrak{v} - P\chi - Q\eta - R\zeta)}{\mathfrak{v} - P\chi - Q\eta - R\zeta}$ idem manere debet, ponendo pro

$$\mathfrak{v},\ \chi,\ \eta,\ \zeta;\quad \mathfrak{v}',\ \chi',\ \eta',\ \zeta';\quad \mathfrak{v}'',\ \chi'',\ \eta'',\ \zeta'';\quad \mathfrak{v}''',\ \chi''',\ \eta''',\ \zeta'''.$$

Est autem $d^u(\mathfrak{v} - P\chi - Q\eta - R\zeta) =$

$$d^u\mathfrak{v} - P d^u\chi - Q d^u\eta - R d^u\zeta - \chi d^u P - \eta d^u Q - \zeta d^u R$$

$$= d^a V - P d^a X - Q d^a Y - R d^a Z - \chi d^u P - \eta d^u Q - \zeta d^u R$$

$$= \begin{cases} d^a(V - PX - QY - RZ) + X d^a P + Y d^a Q + Z d^a R \\ - \chi d^u P - \eta d^u Q - \zeta d^u R \end{cases}$$

$$= d^a S + X d^a P + Y d^a Q + Z d^a R - \chi d^u P - \eta d^u Q - \zeta d^u R.$$

Quum P, Q, R, S, sint datae functiones τῶν x, y, z, u, v, ponamus

$$dP = P' dx + P'' dy + P''' dz + P^{IV} du + P^{V} dv,$$

et simili modo exprimamus dQ, dR, dS.

Tum erit $d^a P = P'\chi + P''\eta + P'''\zeta + P^{V}\mathfrak{v}$,

$$d^u P = P'X + P''Y + P'''Z + P^{IV} + P^{V}V,$$

et similes expressiones obtinentur pro reliquis differentialibus secundum a et u.

Quas substituendo fit $d^u(\mathfrak{v} - P\chi - Q\eta - R\zeta) =$

S'	χ	$+S''$	η	$+S'''$	ζ	$+S^{V}$	$\mathfrak{v}$
$+YQ'$		$+XP''$		$+XP'''$		$+XP^{V}$	
$+ZR'$		$+ZR''$		$+YQ'''$		$+YR^{V}$	
$-P''Y$		$-Q'X$		$-R'X$		$+ZR^{V}$	
$-P'''Z$		$-Q'''Z$		$-R''Y$			
$-P^{V}V$		$-Q^{V}V$		$-R^{V}V$			
$-P^{IV}$		$-Q^{IV}$		$-R^{V}$			

Quare praedicta conditio quoad quotientem $\frac{d^u(\mathfrak{v} - P\chi - Q\eta - R\zeta)}{\mathfrak{v} - P\chi - Q\eta - R\zeta}$ adimplebitur, si hasce tres aequationes assumamus:

$$2)\ \begin{cases} -P(S^{V} + P^{V}X + Q^{V}Y + R^{V}Z) \\ = S' + YQ' + ZR' - P''Y - P'''Z - P^{IV} - P^{V}V \end{cases}$$

$$3)\ \begin{cases} -Q(S^{V} + P^{V}X + Q^{V}Y + R^{V}Z) \\ = S'' + XP'' + ZR'' - Q'X - Q'''Z - Q^{IV} - Q^{V}V \end{cases}$$

$$4)\ \begin{cases} -R(S^{V} + P^{V}X + Q^{V}Y + R^{V}Z) \\ = S''' + XP''' + YQ''' - R'X - R''Y - R^{IV} - R^{V}V. \end{cases}$$

Quibus aequationibus junctis priori (1), quatuor quantitates incognitae

X, Y, Z, V determinari videntur. At vero calculo actu evolvendo atque ad finem perducendo, eliminatio, incognita ex calculo exeunte, deducit ad aequationem conditionalem hanc:

$$o = \left\{\begin{array}{l} (Q^{v}S - QS^{v} + Q^{iv} - S'')\,(PR^{v} - P^{v}R + R' - P''') \\ -\,(P^{v}S - PS^{v} + P^{iv} - S')\,(QR^{v} - Q^{v}R + R'' - Q''') \\ -\,(R^{v}S - RS^{v} + R^{iv} - S''')\,(PQ^{v} - P^{v}Q + Q' - P''). \end{array}\right.$$

Quare aequatio proposita inter quinque variabiles tum demum ad aequationem inter quatuor variabiles reduci poterit, cum haec relatio inter ejus coefficientes locum habeat. Simili modo pro septem, novem etc. variabilibus ratiocinari licet. Legem generalem aequationis conditionalis pro $2n+1$ variabilibus, quo aequatio differentialis ad $2n$ variabiles revocari queat, (quae quidem lex ad similitudinem formularum supra §. 17, 18. expositarum exprimi potest), nec non reliqua consectaria ex hac observatione singulari petenda nunc praetermitto.

§. 20.

Problema XIV.

Integrationem completam aequationum differentiarum partialium ad formam simpliciorem revocare.

Solutio.

Sit $dz = \overset{1}{p}\,d\overset{1}{x} + \overset{2}{p}\,d\overset{2}{x} + \overset{3}{p}\,d\overset{3}{x} \ldots + \overset{n}{p}\,d\overset{n}{x}$ (§. 16.), et supponatur data relatio inter variabiles $z, \overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \ldots \overset{n}{x}$, et quotientes differentiales $\overset{1}{p}, \overset{2}{p}, \ldots \overset{n}{p}$, cujus ope $\overset{n}{p}$ per reliquas harum quantitatum exprimere liceat. Tum ex praecedenti expositione constat, integrationem completam hujus aequationis differentiarum partialium aequationibus hujus formae exhiberi:

$$1)\ F(z, \overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \ldots \overset{n}{x}, \overset{1}{p}, \overset{2}{p}, \ldots \overset{n-1}{p}) = \psi\left\{\begin{array}{l} f(z, \overset{1}{x} \ldots \overset{n}{x}, \overset{1}{p} \ldots \overset{n-1}{p}), \\ \overset{1}{f}(z, \overset{1}{x} \ldots \overset{n-1}{p}),\ \overset{2}{f}(z \ldots \overset{n-1}{p}), \\ \ldots \overset{n-2}{f}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p}) \end{array}\right\}$$

$$2)\ \overset{1}{F}(z, \overset{1}{x} \ldots \overset{n-1}{p}) = \psi'\,[f(z, \overset{1}{x} \ldots \overset{n-1}{p})]$$

$$3)\ \overset{2}{F}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p}) = \psi'\,[\overset{1}{f}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p})]$$

. . . .

$$n)\ \overset{n-1}{F}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p}) = \psi'\,[\overset{n-2}{f}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p})]$$

Ponamus jam

$$f(z, \overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \ldots \overset{n-1}{p}) = \overset{1}{k},$$
$$\overset{1}{f}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p}) = \overset{2}{k},$$
$$\overset{2}{f}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p}) = \overset{3}{k},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\overset{n-2}{f}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{p}) = \overset{n-1}{k}$$

tum concipere licet, ope harum $n-1$ aequationum quantitates $\overset{1}{p}, \overset{2}{p}, \ldots \overset{n-1}{p}$ expressas esse per $z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n}{x}$, et per $\overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k}$. Quo facto functiones signis $F, \overset{1}{F}, \overset{2}{F}, \ldots \overset{n-1}{F}$ denotatae etiam abeunt in functiones cognitas earundem quantitatum $z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n}{x}, \overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k}$ quas functiones signis $\mathfrak{F}, \overset{1}{\mathfrak{F}}, \overset{2}{\mathfrak{F}}, \overset{3}{\mathfrak{F}}, \ldots \overset{n-1}{\mathfrak{F}}$ exprimamus. Quare aequationes integrales hanc formam nanciscentur:

$$1)\qquad \mathfrak{F}(z, \overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \ldots \overset{n}{x}, \overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k}) = \psi(\overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k})$$
$$2)\qquad \overset{1}{\mathfrak{F}}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{k}) = \psi' \overset{1}{k}$$
$$3)\qquad \overset{2}{\mathfrak{F}}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{k}) = \psi' \overset{2}{k}$$
$$4)\qquad \overset{3}{\mathfrak{F}}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{k}) = \psi' \overset{3}{k}$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$n)\qquad \overset{n-1}{\mathfrak{F}}(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n-1}{k}) = \psi' \overset{n-1}{k}.$$

Nunc vero inter functiones per $\mathfrak{F}, \overset{1}{\mathfrak{F}}, \overset{2}{\mathfrak{F}}, \ldots \overset{n-1}{\mathfrak{F}}$ designatas, simplex et memorabilis intercedit relatio, cujus ope ex prima functione reliquas facile determinare licet: ad quam quidem relationem perductus sum accuratiori consideratione nexus inter aequationes integrales et aequationem differentialem propositam, seu modi, quo illae huic satisfaciant.

Differentiando nimirum aequationem (1) obtinetur:

$$dz.\mathfrak{F}'z + d\overset{1}{x}.\mathfrak{F}'\overset{1}{x} + d\overset{2}{x}.\mathfrak{F}'\overset{2}{x} \ldots + d\overset{1}{k}.\mathfrak{F}'\overset{1}{k} + d\overset{2}{k}.\mathfrak{F}'\overset{2}{k} \ldots + d\overset{n-1}{k}.\mathfrak{F}'\overset{n-1}{k}$$
$$= d\overset{1}{k}.\psi'\overset{1}{k} + d\overset{2}{k}.\psi'\overset{2}{k} \ldots + d\overset{n-1}{k}.\psi'\overset{n-1}{k}.$$

Hinc fit, substituendo pro $\psi'\overset{1}{k}, \psi'\overset{2}{k}, \ldots \psi'\overset{n-1}{k}$, valores ex aequationibus (2), (3), ... (n) prodeuntes, quos brevitatis caussa solis litteris functiona-

libus $\overset{1}{\mathfrak{F}}, \overset{2}{\mathfrak{F}}, \overset{3}{\mathfrak{F}}, \ldots \overset{n-1}{\mathfrak{F}}$ designemus,

$$o = \begin{cases} dz . \mathfrak{F}'z + d\overset{1}{x} . \mathfrak{F}'\overset{1}{x} + d\overset{2}{x} . \mathfrak{F}'\overset{2}{x} \ldots + d\overset{n}{x} . \mathfrak{F}'\overset{n}{x} \\ + d\overset{1}{k}(\mathfrak{F}'\overset{1}{k} - \overset{1}{\mathfrak{F}}) + d\overset{2}{k}(\mathfrak{F}'\overset{2}{k} - \overset{2}{\mathfrak{F}}) \ldots + d\overset{n-1}{k}(\mathfrak{F}'\overset{n-1}{k} - \overset{n-1}{\mathfrak{F}}). \end{cases}$$

Haec aequatio, jam a functione arbitraria liberata, identica esse debet cum aequatione differentiali proposita $dz = \overset{1}{p} d\overset{1}{x} + \overset{2}{p} d\overset{2}{x} \ldots \overset{n}{p} d\overset{n}{x}$.

Qui consensus manifesto necessarius est, si consideremus totam expositionem supra traditam integrationis aequationum differentialium inter quotcunque variabiles, quibus etiam nostra aequatio differentiarum partialium adnumeranda est. Quodsi enim numerus variabilium in aequatione differentiali proposita impar sit, tum consensus sive identitas praedicta immediate ex praecedentibus sequitur, quia differentiatio aequationis integralis primae, substituendo valores ex reliquis aequationibus, producit ipsam aequationem differentialem propositam. Idem vero etiam de numero pari variabilium valere, inde efficitur, quod aequatio differentialis inter $2n$ variabiles in aliam ipsi omnino aequipollentem inter $2n-1$ variabiles transformetur. Quibus praemissis hae deducuntur aequationes identicae:

$$\mathfrak{F}'\overset{1}{k} = \overset{1}{\mathfrak{F}}$$
$$\mathfrak{F}'\overset{2}{k} = \overset{2}{\mathfrak{F}}$$
$$\mathfrak{F}'\overset{3}{k} = \overset{3}{\mathfrak{F}}$$
$$\cdots\cdots$$
$$\mathfrak{F}'\overset{n-1}{k} = \overset{n-1}{\mathfrak{F}}$$

Quare functiones signis $\overset{1}{\mathfrak{F}}, \overset{2}{\mathfrak{F}}, \ldots \overset{n-1}{\mathfrak{F}}$ denotatae ex prima functione littera $\mathfrak{F}$ insignita deriventur, hanc differentiando secundum $\overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k}$. Inde aequationes integrales sub hac forma simplici exhibere licet;

1) $\mathfrak{F}(z, \overset{1}{x}, \overset{2}{x}, \ldots \overset{n}{x}, \overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k}) = \psi(\overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k})$

2) $\mathfrak{F}'(\overset{1}{k}) = \psi'(\overset{1}{k})$

3) $\mathfrak{F}'(\overset{2}{k}) = \psi'(\overset{2}{k})$

4) $\mathfrak{F}'(\overset{3}{k}) = \psi'(\overset{3}{k})$

. . . . . .

n) $\mathfrak{F}'(\overset{n-1}{k}) = \psi'(\overset{n-1}{k})$

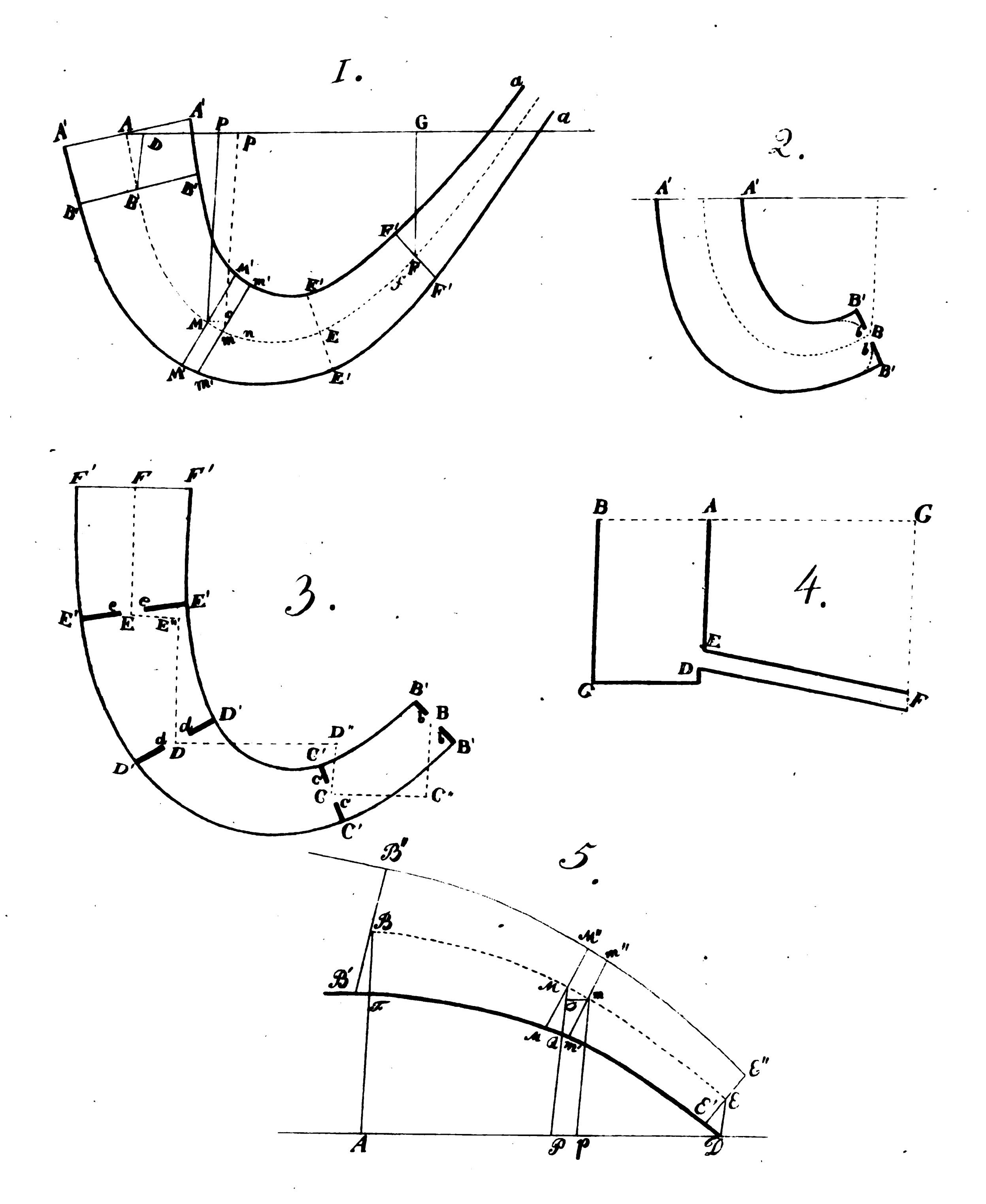
Ex his aequationibus solutio completa aequationis differentiarum partialium statim atque immediate sub forma generali deduci potest. Namque functionem arbitrariam per $\overset{1}{\psi}$ expressam indeterminatam relinquendo, ex variabilibus $n+1$, quas aequatio proposita involvit, $(z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n}{x})$, n variabiles per $n+1^{tam}$ et per quantitates $n-1$ indeterminatas $\overset{1}{k}, \overset{2}{k}, \ldots \overset{n-1}{k}$, ope istarum n aequationum integralium exprimi possunt. Tales quidem expressiones generales, ipsam functionem arbitrariam involventes, forma prior aequationum integralium suppeditare nequit. Namque ex his aequationibus quantitates $\overset{1}{p}, \overset{2}{p}, \ldots \overset{n-1}{p}$ tum demum eliminare, indeque aequationem inter ipsas variabiles $z, \overset{1}{x}, \ldots \overset{n}{x}$, eruere licet, cum loco functionis arbitrariae signo ψ denotatae certa atque determinata functio supponatur, quod quovis casu solutionem tantum particularem evolutam praebet.

Ceterum ex forma simpliciori hic exhibita etiam quotientes differentiales $\overset{1}{p}, \overset{2}{p}, \ldots \overset{n}{p}$ per easdem n quantitates indeterminatas exprimere licet. Cum enim aequatio $o = dz \cdot \mathfrak{F}'z + d\overset{1}{x} \cdot \mathfrak{F}'\overset{1}{x} \ldots + d\overset{n}{x} \cdot \mathfrak{F}'\overset{n}{x}$ sit identica cum aequatione $dz = \overset{1}{p}\, d\overset{1}{x} + \overset{2}{p}\, d\overset{2}{x} \ldots + \overset{n}{p}\, d\overset{n}{x}$, esse debet

$$\overset{1}{p} = \frac{-\mathfrak{F}'\overset{1}{x}}{\mathfrak{F}'z},\ \overset{2}{p} = \frac{-\mathfrak{F}'\overset{2}{x}}{\mathfrak{F}'z},\ \ldots\ldots \overset{n}{p} = \frac{-\mathfrak{F}'\overset{n}{x}}{\mathfrak{F}'z}.$$

Applicationem methodi generalis in praecedentibus expositae ad exempla ipsam magis illustrantia, varias inde natas observationes, expositionem methodorum magis specialium, quibus certos casus facilius expedire licet, (ita etiam methodi paullo diversae, aequationes differentiarum partialium inter quatuor variabiles integrandi, in quam incideram, priusquam methodo generali ad quotcunque variabiles patente potitus eram), haec et alia, ne nimis longa fiat haec commentatio, nunc praetermitto.

Unter-



Zu Hrn. Eytelwein u.s.
Abhand. üb. d. Beweg. d. Waßers
M. Kl: 1814 - 15

Untersuchungen über die Bewegung des Wassers, wenn auf die Contraction, welche beim Durchgange durch verschiedene Oeffnungen statt findet und auf den Widerstand, welcher die Bewegung des Wassers längs den Wänden der Behältnisse verzögert, Rücksicht genommen wird.

Von Herrn Eytelwein *).

§. 1.

Es fehlt nicht an allgemeinen Untersuchungen über die Bewegung des Wassers unter bestimmten Voraussetzungen; aber weit mehr fehlt es an zureichend genauen und vollständigen Versuchen über diesen Gegenstand, um aus der Uebereinstimmung der Erfahrung mit den Resultaten, welche aus den allgemein als richtig anerkannten Prinzipien gefolgert werden, rückwärts zu schliessen, daſs bei den allgemeinen Untersuchungen kein Umstand aus der Acht gelassen worden, welcher zur Begründung einer allgemein anwendbaren Formel erfordert wird. Bei den folgenden Untersuchungen wird daher, so weit es möglich ist, nicht von der Bewegung einer idealen flüssigen Masse, sondern von einer solchen die Rede seyn, welche sich den bekannten Eigenschaften des Wassers so weit nähert, als diese auf seine Bewegung einen merklichen Einfluſs haben, wobei zugleich auf den Zusammenhang der Was-

*) Vorgelesen den 8. November 1810.

sertheile unter sich und mit den Wänden des Gefäſses, in welchem sich das Wasser bewegt, und auf die Contraction, beim Durchgange in den plötzlichen Verengungen eines Gefäſses, Rücksicht genommen werden soll, da bekannt genug ist, welchen groſsen Einfluſs diese beiden Umstände auf die Veränderung in der Bewegung des Wassers haben. Erst dann, wenn unter den nöthig scheinenden Voraussetzungen allgemeine Resultate über die Bewegung des Wassers gefunden sind, wird man diese mit den bekannten Versuchen vergleichen können, und hieraus wird sich erst abnehmen lassen, wie und mit welchen Modificationen eine Anwendung der allgemeinen Formeln auf besondere Fälle der Ausübung zuläſsig ist. Zu den neuesten Bemühungen, wie man die Resultate, welche *a priori* erhalten werden, mit den bekanntesten Erfahrungen in Uebereinstimmung bringen könnte, gehören die *Recherches sur la théorie des eaux courantes, par Prony* (Paris 1804). Allein man wird bei denselben vermissen, daſs auf die Contraction der Wasserstrahlen gar nicht Rücksicht genommen, und, wie in der Folge gezeigt werden soll, daſs bei der Aufstellung des allgemeinen Ausdrucks für die wirkliche Bewegung des Wassers, ein wesentliches Glied der Formel ganz ausgelassen worden ist.

§. 2.

Im Gefäſs A'A'aa Figur 1., dessen centrische Linie ABMEF ist, bewege sich die Wassermasse B'B'F'F'. Vom Anfang ihrer Bewegung bis zum Ende der Zeit t sey solche aus der Lage A'A'E'E' in die Lage B'B'F'F' gekommen, ohne daſs irgend ein Zufluſs oder Abfluſs des Wassers statt gefunden habe. Auch werde vorausgesetzt, daſs in jedem auf die centrische Linie winkelrechten Querschnitte die Geschwindigkeit des Wassers gleich groſs sey, und daſs keine plötzliche Verengungen im Gefäſse vorkommen, welche die Stetigkeit unterbrechen könnten.

Man setze den ersten Querschnitt des Wassers $B'B' = W$, seinen Umfang $= P$, die Geschwindigkeit des Wassers in diesem Querschnitte $= V$, die Länge der centrischen Linie $AB = S$, und die auf der wagerechten Abscissenaxe senkrechte Ordinate $DB = y$. Für den Punkt F sey der letzte Querschnitt $F'F' = w$, sein Umfang $= p$, die Geschwindigkeit des Wassers $= v$, die Länge der centrischen Linie $ABMEF = s$, und die Ordinate $GF = y'$. Zu irgend einem Querschnitt $M'M' = \omega$, dessen Umfang $= \phi$ ist, gehöre die Geschwindigkeit ψ, die centrische Linie $ABM = \sigma$, die Abscisse $AP = x$

und die Ordinate $PM = y''$; auch sey ein vorwärts gerichteter Normaldruck gegen die Fläche $B'B'$, dem Gewichte einer Wassersäule von der Höhe q, gegen $F'F$, nach der Richtung Ff, von der Höhe q', und gegen $M'M'$ nach der Richtung Mm von der Höhe q'' gleich.

Wächst $AP = x$ um das Element $Pp = dx$, also $AM = \sigma$ um $Mm = d\sigma$, so ist der Inhalt der Elementarschicht $M'M'm'm' = \omega d\sigma$. Setzt man das Gewicht von einem Kubikfuſs des bewegten Wassers $= \gamma$, so ist der Normaldruck von der Wassermasse BM auf $M'M' = \gamma\omega q''$, also der Normaldruck, welchen die Elementarschicht $M'M'm'm'$ gegen $m'm'$ verursacht, $= \gamma\omega d q''$. Von dem Gewichte $\gamma\omega d\sigma$ dieses Elements entsteht nach der Richtung Mm eine bewegende Kraft $= \gamma\omega d\sigma . \frac{Mo}{Mm} = \gamma\omega d\sigma \frac{dy''}{d\sigma} = \gamma\omega dy''$ und von dieser kann nur derjenige Theil Bewegung verursachen, welcher nicht auf den Druck des vorflieſsenden Wassers oder auf die Ueberwältigung der Hindernisse der Bewegung verwandt wird. Nun ist der Druck, welcher auf das vorflieſsende Wasser verwendet werden muſs $= \gamma\omega d q''$, also bleibt nur noch, ohne Rücksicht auf die Hindernisse der Bewegung, die Kraft $\gamma\omega dy'' - \gamma\omega dq''$ übrig. Es entsteht aber vom Zusammenhange der Wassertheile unter sich und mit den Wänden des Gefäſses ein Widerstand, weil eine bestimmte Kraft dazu erfordert wird, die Wassertheile theils von den Wänden des Gefäſses, theils von demjenigen Wasser los zu reiſsen, welches mit dem Gefäſs stärker als mit dem vorbeiflieſsenden Wasser zusammen hängt. Dieser Widerstand, welchen die Elementarschicht $M'M'm'm'$ leidet, wird offenbar desto gröſser, je mehr Theile ihres Umfanges die Wände des Gefäſses berühren, oder je gröſser der Umfang $\varphi d\sigma$ ist; wie aber dieser Widerstand von der Geschwindigkeit ψ abhängt, läſst sich nur durch genaue Versuche ausmitteln, daher man denselben im Allgemeinen irgend einer Function von ψ gleich setzen kann, dergestalt, daſs derselbe für die Elementarschicht $M'M'm'm'$ durch $\gamma\varphi d\sigma f(\psi)$ bezeichnet wird.

Um unabhängig von einzelnen Versuchen zu übersehen, welche Gestalt $f(\psi)$ haben könnte, so ist zu bemerken, daſs je schneller sich das Wasser bewegt, desto mehr Wassertheile kommen in gleicher Zeit mit den Wänden in Berührung, daher wird $f(\psi)$ ein Glied enthalten müssen, in welchem die erste Potenz der Geschwindigkeit ψ vorkommt. Aber die Menge der zu trennenden Wassertheile ist nicht nur desto gröſser, je gröſser die

Geschwindigkeit des Wassers ist, sondern es muſs auch jedes Wassertheilchen in einer geringern Zeit losgerissen werden, wenn die Geschwindigkeit gröſser wird, weshalb der Widerstand auch vom Quadrat der Geschwindigkeit ψ abhängt und daher muſs $f(\psi)$ zugleich ein solches Glied enthalten. Man kann hienach $f(\psi) = B\psi + B^{I}\psi^2$ setzen und aus zureichend genauen Versuchen die Werthe der beständigen Coefficienten B, B' näher bestimmen. Diese aus allgemeinen Betrachtungen ausgemittelte Form für $f(\psi)$ stimmt auch sehr gut mit den Resultaten aus denjenigen Versuchen überein, welche *Coulomb* zur Bestimmung dieses Widerstandes angestellt hat. (*Mémoires de l'Institut national des sciences et arts. Sciences mathém. et phys. Tom. III. Paris An IX p.* 246 — 305). Auch fand derselbe daſs die Verschiedenheit des Wasserdrucks und der Materie des festen Körpers keinen Einfluſs auf die Kraft habe, welche zur Trennung des Zusammenhanges erfordert wird, weshalb diese Umstände hier um so weniger in Rechnung kommen.

Es folgt nun aus dem Vorhergehenden, daſs die Kraft, welche zur Fortbewegung der Elementarschicht $M'M'm'm'$ frei verwandt wird $= \gamma\omega dy'' - \gamma\omega dq'' - \gamma\varphi d\sigma f(\psi)$ ist, also die beschleunigende Kraft derselben

$$= \frac{\gamma\omega dy'' - \gamma\omega dq'' - \gamma\varphi d\sigma f(\psi)}{\gamma\omega d\sigma} = \frac{dy'' - dq''}{d\sigma} - \frac{\varphi}{\omega} f(\psi).$$

Die Geschwindigkeit ψ ist eine Function von der verflossenen Zeit t und von dem durchlaufenen Raume σ. Wächst t um dt, so wird die Schicht $M'M'm'm'$ in der Zeit dt irgend einen Raum $Mn = \psi dt$ durchlaufen; also wächst σ in der Zeit dt um ψdt. Zur Bestimmung der partiellen Differentiale für ψ erhält man daher

$$d\psi = \psi dt \left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right) + dt \left(\frac{d\psi}{dt}\right)$$

Bezeichnet nun g den Raum, welchen ein Körper in der ersten Secunde frei fällt, so findet man die beschleunigende Kraft der Elementarschicht $M'M'm'm' =$

$$\frac{d\psi}{2gdt} = \frac{\psi}{2g}\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right) + \frac{1}{2g}\left(\frac{d\psi}{dt}\right) \text{ also}$$

$$\frac{\psi}{2g}\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right)+\frac{1}{2g}\left(\frac{d\psi}{dt}\right)=\frac{dy''-dq''}{d\sigma}-\frac{\varphi}{\omega}f(\psi) \text{ oder}$$

$$\text{(I.) } 4g\,dq''=4g\,dy''-2\psi d\sigma\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right)-2d\sigma\left(\frac{d\psi}{dt}\right)-4g\frac{\varphi d\sigma}{\omega}f(\psi).$$

§. 3.

Weil durch jeden Querschnitt M′M′, F′F′, Figur 1., in gleichen Zeiten gleich viel Wasser abfliefst, so ist $\psi\omega=vw$, also $\psi=\frac{vw}{\omega}$, daher $\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right)=\left(\frac{d\frac{vw}{\omega}}{d\sigma}\right)$. Aendert sich σ, so mufs sich im Ausdruck $\frac{vw}{\omega}$ die Fläche ω ändern, weil für einerlei Zeit, vw ungeändert bleibt; daher ist in diesem Falle $d\frac{vw}{\omega}=-\frac{vw}{\omega^2}d\omega$, folglich $d\sigma\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right)=-\frac{vw}{\omega^2}d\omega$, und hieraus $2\psi d\sigma\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right)=-2v^2w^2\frac{d\omega}{\omega^3}$.

Aendert sich t, so bleiben die Querschnitte w, ω ungeändert, aber die Geschwindigkeit v mufs sich ändern, daher ist hier $d\frac{vw}{\omega}=\frac{w}{\omega}dv$, also $\left(\frac{d\psi}{dt}\right)=\frac{w}{\omega}\frac{dv}{dt}$, und man erhält aus (I.)

$$4g\,dq''=4g\,dy''+2v^2w^2\frac{d\omega}{\omega^3}-2w\frac{dv}{dt}\frac{d\sigma}{\omega}-4g\frac{\varphi d\sigma}{\omega}f(\psi).$$

Das Integral hievon ist

$$\text{(II.) } 4gq''=4gy''-\frac{v^2w^2}{\omega^2}-2w\frac{dv}{dt}\int\frac{d\sigma}{\omega}-4g\int\frac{\varphi d\sigma}{\omega}f(\psi)+C.$$

Für $q''=q$ ist $y''=y$, $\sigma=S$, $\omega=W$, $\varphi=P$ und $\psi=V$, auch werde alsdann $\int\frac{d\sigma}{\omega}=N'$ und $\int\frac{\varphi d\sigma}{\omega}f(\psi)=R'$; eben so wird für $q''=q'$, $y''=y'$, $\sigma=s$, $\omega=w$, $\varphi=p$ und $\psi=v$, auch werde alsdann $\int\frac{d\sigma}{\omega}=N''$ und $\int\frac{\varphi d\sigma}{\omega}f(\psi)=R''$, so erhält man

$$4gq=4gy-\frac{v^2w^2}{W^2}-2w\frac{dv}{dt}N'-4gR'+C, \text{ und}$$

$$4gq' = 4gy' - \frac{v^2 w^2}{W^2} - 2w \frac{dv}{dt} N'' - 4gR'' + C, \text{ oder}$$

$$4g(q - q' - y + y') = \frac{W^2 - w^2}{W^2} y^2 + 2w \frac{dv}{dt}(N'' - N') + 4g(R'' - R')$$

Die positiven Integrale N'' und R'' müssen so genommen werden, daſs solche mit $\sigma = o$ verschwinden und für $\sigma = ABMF = s$ ihren vollständigen Werth erhalten; dagegen werden die negativen Integrale N' und R' so genommen, daſs solche für $\sigma = o$ verschwinden, und für $\sigma = AB = S$ vollständig werden. Man erhält daher durch $N'' - N'$ und $R'' - R'$ die vollständigen Werthe von B bis F, welche man auch erhalten kann, wenn $\int \frac{d\sigma}{\omega}$ und $\int \frac{\varphi d\sigma}{\omega} f(\psi)$ so bestimmt werden, daſs solche für $\sigma = AB$ verschwinden und fur $\sigma = ABMF$ vollständig sind. Unter dieser Voraussetzung wird

$$\text{(III.)}\quad 4g(q - q' - y + y') = \frac{W^2 - w^2}{W^2} v^2 + 2w \frac{dv}{dt} \int \frac{d\sigma}{\omega} + 4g \int \frac{\varphi d\sigma}{\omega} f(\psi)$$

wobei aber wohl zu bemerken ist, daſs die Integrale so zu bestimmen sind, daſs solche für $\sigma = AB = S$ verschwinden, und für $\sigma = ABMF = s$ ihren vollständigen Werth erhalten.

§. 4.

Versteht man unter dem Momente der Trägheit einer bewegten Masse das Product aus dieser Masse in das Quadrat ihrer Geschwindigkeit, so ist das Moment der Trägheit der Elementarschicht bei $M'M' = \psi^2 \omega d\sigma$, daher $\int \psi^2 \omega d\sigma$ das Moment der Trägheit der gesammten Wassermasse, und weil v die Geschwindigkeit der Schicht $FF' = w$ ist, so wird $\frac{\int \psi^2 \omega d\sigma}{v^2}$ die nach der Lehre vom Moment der Trägheit auf die Fläche $FF' = w$ reducirte Wassermasse. Aber $\psi^2 \omega d\sigma = \psi^2 \omega^2 \frac{d\sigma}{\omega}$, und weil für einerlei Zeit $\psi\omega = vw$ unveränderlich ist, so erhält man $\int \psi^2 \omega d\sigma = \psi^2 \omega^2 \int \frac{d\sigma}{\omega}$. Aus (III.) folgt, wenn daselbst $\int \frac{\varphi d\sigma}{\omega} f(\psi) = R$ gesetzt wird

$$\frac{dv}{2gdt} = \frac{q - q' - y + y' - \frac{W^2 - w^2}{W^2} \cdot \frac{v^2}{4g} - R}{w \int \frac{d\sigma}{\omega}}$$

$$= \frac{\gamma w [q - q' - y + y' - \frac{W^2 - w^2}{W^2} \cdot \frac{v^2}{4g} - R]}{\gamma \frac{v^2 w^2 \int d\sigma : \omega}{v^2}}, \text{ oder}$$

$$\text{(IV.)} \quad \frac{dv}{2gdt} = \frac{\gamma w [q - q' - y + y' - \frac{W^2 - w^2}{W^2} \cdot \frac{v^2}{4g} - R]}{\gamma \frac{\int \psi^2 . \omega d\sigma}{v^2}}$$

Oder wenn man $\frac{dv}{2gdt} = \frac{P}{M}$ setzt, so ist $\frac{dv}{2gdt}$ die beschleunigende Kraft des bewegten Wassers, und wenn man P die bewegende Kraft und M die bewegte Wassermasse nennt, so erhält man, wie bei festen Körpern, die beschleunigende Kraft, wenn die bewegende Kraft durch die bewegte Wassermasse dividirt wird. Um diese Ausdrücke bestimmter zu bezeichnen, so nenne man $\frac{W^2 - w^2}{W^2} \cdot \frac{v^2}{4g}$ die Druckhöhe, welche zur Erzeugung der Geschwindigkeit v in der vordersten Wasserschicht F'F' erfordert wird; alsdann ist bei bewegtem Wasser

1) die bewegende Kraft (P) dem Gewichte einer Wassersäule gleich, deren Grundfläche der vorderste Querschnitt w ist, und deren Höhe gefunden wird, wenn man von der algebraischen Summe aller Druckhöhen die Druckhöhe, welche zur Erzeugung der vordersten Geschwindigkeit v gehört, nebst derjenigen Druckhöhe abzieht, welche zur Ueberwältigung des Widerstandes an den Wänden des Gefäſses erfordert wird.

2) Die bewegte Masse (M) findet man, wenn das gesammte bewegte Wasser, nach der Lehre vom Momente der Trägheit, auf die Geschwindigkeit v des vordersten Querschnitts w reducirt wird.

Durch die richtige Anwendung dieses Satzes werden die schwierigen

und verwickelten hydraulischen Untersuchungen sehr erleichtert. Auch sieht man leicht ein, daſs mit den erforderlichen Abänderungen jeder andere Querschnitt statt des vordersten in Betrachtung gezogen werden konnte.

§. 5.

Wird im Gefäſs A'A'M'M'aa Figur 1. ein beständiger Zufluſs bei A'A' dergestalt vorausgesetzt, daſs der Querschnitt des Wassers bei A'A' unverändert bleibt, aber die Vorderfläche F'F' des Wassers noch innerhalb des Gefäſses falle, und man setzt den Querschnitt $A'A' = A$, so wird alsdann $W = A$ und $y = o$, also nach III.

$$\text{(V.)} \quad 4g(q - q' + y') = \frac{A^2 - w^2}{A^2} v^2 + 2w \frac{dv}{dt} \int \frac{\phi\sigma}{\omega} + 4gR.$$

Läuft das Wasser durch die Oeffnung F'F' aus, und das Gefäſs behält den beständigen Zufluſs, so ist $y' = FG = h$ eine beständige Gröſse, und so bald die Bewegung des Wassers in den Beharrungsstand kommt, ist die Geschwindigkeit v im Querschnitte F'F' unveränderlich, also $dv = o$. Setzt man alsdann den Inhalt der Ausfluſsöffnung $F'F' = a$, so ist auch $w = a$, daher

$$\text{(VI.)} \quad 4g(q - q' + h) = \frac{A^2 - a^2}{A^2} v^2 + 4gR,$$

und für $q = q'$, oder wenn die den Kräften entsprechenden Höhen, welche beim Ein- und Ausfluſs auf die Oberfläche des Wassers wirken, einander gleich sind,

$$\text{(VII.)} \quad 4gh = \frac{A^2 - a^2}{A^2} v^2 + 4gR.$$

§. 6.

Das Gefäſs A'A'B'B' Figur 2., welches durch einen beständigen Zufluſs bis an A'A' voll Wasser erhalten werde, habe beim Ausfluſs eine plötzliche Verengung, so daſs das Wasser nicht in der ganzen Weite B'B', sondern nur durch die Oeffnung bb ausläuft. Man setze den Querschnitt $A'A' = A$, die Oeffnung $bb = a$, die Druckhöhe $GH = h$ und die Geschwindigkeit des ausflieſsenden Wassers im Querschnitt $bb = c$. Wegen der plötzlichen Verengung bei B würde die Stetigkeit des bewegten Wassers unterbrochen, weil die Wasserschicht B'B' plötzlich in die Schicht bb übergehen müſste, wenn sich

sich nicht bei der wirklichen Bewegung in den Winkeln B', B' stillstehendes Wasser bildete, wovon man sich leicht durch Versuche überzeugen kann; daher läſst sich annehmen, daſs in diesem Falle die Stetigkeit nicht unterbrochen werde. Dagegen beweiſst die Erfahrung nach den entscheidenden Versuchen, welche in der Folge angeführt werden sollen, daſs nach der Verschiedenheit der Ausfluſsöffnung, die Geschwindigkeit des durchflieſsenden Wassers, wegen der Contraction oder Zusammenziehung des Wasserstrahls um einen bestimmten Theil vermindert werde, weshalb durch die Gleichung (VI.)

$$vg\,(q - q' + h) = \frac{A^2 - a^2}{A^2}\, v^2 + 4gR$$

die Geschwindigkeit v offenbar zu groſs gefunden wird, wenn solche für die wirkliche Geschwindigkeit c in der Oeffnung bb gelten soll. Wäre daher $\mu v = c$, wo $\mu < 1$ ist und eine solche beständige Zahl bedeutet, welche den Versuchen gemäſs der jedesmaligen Ausfluſsöffnung entspricht, so bleibt die Gleichung ungeändert, wenn $\frac{c}{\mu}$ statt v gesetzt wird. Will man nun in vorstehender Gleichung $\frac{c}{\mu}$ statt v setzen, so muſs auch $f\left(\frac{\psi}{\mu}\right)$ in R statt $f(\psi)$ gesetzt werden. Es ist daher allgemein unter den vorstehenden Voraussetzungen für jede Ausfluſsöffnung

$$\text{(VIII.)}\quad 4g(q - q' + h) = \frac{A^2 - a^2}{A^2}\,\frac{c^2}{\mu^2} + 4gR,\ \text{wo}\ R = \int \frac{\varphi\, d\sigma}{\omega}\, f\left(\frac{\psi}{\mu}\right)\ \text{ist.}$$

Hieraus folgt auch, daſs der allgemeine Ausdruck §. 4. (IV.) noch seine Anwendung behält, wenn daselbst $\frac{v}{\mu}$ statt v und $\frac{\psi}{\mu}$ statt ψ gesetzt wird. Die noch näher zu bestimmende Zahl μ wird hier der Contractionscoefficient genannt werden, und man wird hier, so wie bei allen folgenden Untersuchungen, voraussetzen, daſs beim Auslaufen des Wassers aus einer Oeffnung, wie bb, die Weite und Lage dieser Oeffnung so beschaffen sey, daſs man ohne Nachtheil die Tiefe ihres Mittelpunkts B unter dem Wasserspiegel A'A' als Druckhöhe = h annehmen kann.

§. 7.

Befinden sich in einem Gefäſse F'D'B'B'D'F' Figur 3. mehrere Scheide-

wände mit Oeffnungen, und man setzt die Querschnitte des Gefäſses bei diesen Scheidewänden C'C', D'D', E'E', und bei F'F', $= A, A', A'', A'''$; die Oeffnungen bb, cc, dd, ee, $= a, a', a'', a'''$; die zugehörigen Geschwindigkeiten daselbst $= c, c', c'', c'''$; die Contractionscoefficienten bei $a, a', a'', a''' = \mu, \mu', \mu'', \mu'''$; die Druckhöhen auf den Oeffnungen bb, cc, dd, ee, F'F' $= q, q', q'', q''', q^{IV}$; die Vertikalhöhen des Wassers in jeder Abtheilung des Gefäſses oder $BC'' = -h$, $CD'' = h'$, $DE'' = h''$, $EF = h'''$, und für die Widerstände in jeder Abtheilung des Gefäſses R', R'', R''', R^{IV}; so erhält man nach (VIII), wenn die Abtheilung F'E'E'F' als ein besonderes Gefäſs angesehen wird,

$$4g(q^{IV} - q''' + h''') = \frac{(A''')^2 - (a''')^2}{(A''')^2} \cdot \frac{(c''')^2}{(\mu''')^2} + 4gR^{IV}$$

und für jede folgende Abtheilung

$$4g(q''' - q'' + h'') = \frac{(A'')^2 - (a'')^2}{(A'')^2} \cdot \frac{(c'')^2}{(\mu'')^2} + 4gR'''$$

$$4g(q'' - q' + h') = \frac{(A')^2 - (a')^2}{(A')^2} \cdot \frac{(c')^2}{(\mu')^2} + 4gR''$$

$$4g(q' - q - h) = \frac{A^2 - a^2}{A^2} \cdot \frac{c^2}{\mu^2} + 4gR'.$$

Weil $ac = a'''c'''$ also $c''' = \frac{ac}{a'''}$ ist, so erhält man

$$\frac{(A''')^2 - (a''')^2}{(A''')^2} \cdot \frac{(c''')^2}{(\mu''')^2} = \frac{1}{(\mu''')^2}\left(\frac{1}{(a''')^2} - \frac{1}{(A''')^2}\right) a^2 c^2.$$ Ferner

$$\frac{(A'')^2 - (a'')^2}{(A'')^2} \cdot \frac{(c'')^2}{(\mu'')^2} = \frac{1}{(\mu'')^2}\left(\frac{1}{(a'')^2} - \frac{1}{(A'')^2}\right) a^2 c^2$$

u. s. w.,

daher, wenn die vorstehenden vier Gleichungen addirt werden, und man setzt:

$$E = \frac{1}{\mu^2 a^2} + \frac{1}{(\mu' a')^2} + \frac{1}{(\mu'' a'')^2} + \frac{1}{(\mu''' a''')^2}$$

$$F = \frac{1}{\mu^2 A^2} + \frac{1}{(\mu' A')^2} + \frac{1}{(\mu'' A'')^2} + \frac{1}{(\mu''' A''')^2}$$

$H = h''' + h'' + h' - h$ und

$R = R' + R'' + R''' + R^{IV}$, so findet man

$$4g(q^{IV} - q + H) = (E - F)\, a^2 c^2 + 4gR.$$

Oder wenn der Druck auf die Oberfläche F'F' und bb von gleicher Höhe, also $q^{IV} = q$ ist, und h statt H gesetzt wird,

$$\text{(IX.)} \quad 4gh = (E - F)\, a^2 c^2 + 4gR.$$

§. 8.

Will man in besondern Fällen von dem zuletzt gefundenen allgemeinen Ausdruck Gebrauch machen, so müssen sowohl die Contractionscoefficienten μ, μ', μ''... in E und F, als auch diejenigen beständigen Gröſsen der Funktion R, welche vom Zusammenhange der Wassertheile abhängen, bekannt seyn.

Zur nähern Ausmittelung der Contractionscoefficienten wird es für die am meisten vorkommenden Fälle hinlänglich seyn, nur die beiden Fälle von einander zu unterscheiden, wo sich Wasser durch eine Oeffnung in einer dünnen Wand oder durch eine kurze prismatische Ansatzröhre bewegt, deren Länge etwa der dreifachen mittlern Weite der Oeffnung gleich ist. Der letzte Fall findet auch da statt, wo sich das Wasser durch eine prismatische Oeffnung in einer dicken Wand bewegt. Ueber beide Fälle haben *Bossut* (*Traité théorique et expérimental d'Hydrodynamique. Nouv. Édit. à Paris, l'an IV.*) und *Joseph Thérèse Michelotti* (*Mémoires de l'Académie royale des sciences. An.* 1784 — 85. *II. Partie. à Turin* 1786.) zureichend genaue Versuche angestellt, so daſs es hier nur darauf ankommt, aus diesen Versuchen die nöthigen Coefficienten abzuleiten. Was besonders die Michelottischen Versuche betrifft, so unterscheiden sie sich dadurch sehr vortheilhaft von den Bossütschen, daſs bei ihnen die Druckhöhen des Wassers im Behälter bis auf mehr als 20 Pariser Fuſs wachsen, und daſs so bedeutende Oeffnungen dabei vorkommen, durch welche in der Minute beinahe 200 Pariser Kubikfuſs Wasser abgeflossen sind. Sämmtliche Versuche sind mit solchen prismatischen Behältern angestellt, deren Querschnitt A gegen die Ausfluſsöffnung a sehr groſs war, so daſs man die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Wasser im Behälter bewegte, als unbedeutend annehmen, und den Widerstand, welcher vom Zusammenhange der Wassertheile mit den Wänden des Behälters herrührt, oder $R = 0$ setzen kann. Man erhält daher nach §. 7.

$$4gh = (E - F)\, a^2 c^2; \text{ oder weil hier}$$

$$E = \frac{1}{\mu^2 a^2} \text{ und } F = \frac{1}{\mu^2 A^2} \text{ ist,}$$

$$4gh = \frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right) a^2 c^2 = \frac{\mu^2}{c^2}\left(1 - \frac{a^2}{A^2}\right).$$

Dies giebt für $\frac{a^2}{A^2} = 0$; $c = 2\mu\sqrt{g}\sqrt{h}$,

und wenn M die in jeder Sekunde abfliefsende Wassermenge bezeichnet, so ist $M = ac$, daher

$M = 2\mu a\sqrt{g}\sqrt{h}$, und hieraus der Contractionscoefficient

$$\mu = \frac{M}{2a\sqrt{g}\sqrt{h}}.$$

In den beiden folgenden Tafeln sind die Michelotti- und Bossütschen Versuche für Oeffnungen in dünnen Wänden zusammengestellt, und nach der vorstehenden Formel ist in der letzten Vertikalspalte dieser Tafeln der Werth μ für den Contractionscoefficienten bestimmt worden, indem man $g = 181,176$ Pariser Zoll setzte, weil sich sämmtliche Abmessungen in den Tafeln auf dieses Zollmaafs beziehen. Noch ist zu bemerken, dafs man nur diejenigen Versuche von Michelotti aufgenommen hat, bei welchen sich kein Vorsprung in der Nähe der Ausflufsöffnung befand.

Versuche mit rechtwinklichten Oeffnungen in dünnen Wänden.

Beobachter.	Nro.	Der Ausflufsöffnung Länge. Zoll.	Breite. Zoll.	Inhalt. □ Zoll.	Druckhöhe. Zoll.	Wassermenge für jede Sekunde. Kubikzoll.	Contractionscoefficient. μ.
B.	1	1, 000	0, 250	0, 2500	140, 833	48, 883	0, 61138
M.	2	1, 000	1, 000	1, 0000	140, 833	149, 320	0, 60792
B.	3	1, 000	1, 000	1, 0000	83, 250	196, 950	0, 61517
M.	4	1, 000	1, 000	1, 0000	140, 643	193, 857	0, 60722
M.	5	1, 000	1, 000	1, 0000	252, 250	259, 590	0, 60715
M.	6	2, 000	2, 000	4, 0000	82, 754	590, 608	0, 60293
M.	7	2, 000	2, 000	4, 0000	82 905	591, 145	0, 60293
B.	8	2, 000	2, 000	4, 0000	140, 833	789, 350	0, 61770
M.	9	2, 000	2, 000	4, 0000	140, 985	770, 044	0, 60226
M.	10	2, 000	2, 000	4, 0000	141, 350	771, 059	0, 60227
M.	11	2, 000	2, 000	4, 0000	250, 025	1025, 460	0, 60226
M.	12	2, 000	2, 000	4, 0000	250, 950	1027, 350	0, 60226
M.	13	3, 017	3, 017	9, 1007	82, 250	1368, 930	0, 61625
M.	14	3, 017	3, 017	9, 1007	83, 333	1377, 680	0, 61601
M.	15	3, 002	3, 002	9, 0104	140, 832	1781, 800	0, 61899
M.	16	3, 002	3, 002	9, 0104	141, 466	1785, 810	0, 61913
M.	17	3, 004	3, 004	9, 0220	249, 796	2365, 030	0, 61862
M.	18	3, 004	3, 004	9, 0220	251, 770	2374, 550	0, 61616

Versuche mit kreisförmigen Oeffnungen in dünnen Wänden.

Beob-achter.	Nro.	Durch-messer der Oeff-nung.	Inhalt der Oeff-nung.	Druck-höhe.	Wasser-menge für jede Sekunde.	Con-tractions-coeffi-cient.
		Zoll.	□ Zoll.	Zoll.	Kubikzoll.	μ.
B.	19	0, 500	0, 1963	48, 000	22, 550	0, 62451
B.	20	0, 500	0, 1963	108, 000	33, 633	0, 62097
B.	21	0, 500	0, 1963	140, 833	38, 517	0, 62275
B.	22	1, 000	0, 7854	48, 000	90, 600	0, 61850
M.	23	1, 000	0, 7854	81, 250	117, 546	0, 61677
M.	24	1, 000	0, 7854	81, 420	118, 767	0, 61874
B.	25	1, 000	0, 7854	108, 000	135, 583	0, 61705
B.	26	1, 000	0, 7854	140, 833	154, 683	0, 61648
M.	27	2, 002	3, 1485	81, 151	463, 613	0, 60719
M.	28	2, 002	3, 1485	82, 887	469, 250	0, 60810
B.	29	2, 000	3, 1416	140, 833	620, 050	0, 61779
M.	30	3, 001	7, 0752	82, 732	1060, 796	0, 61249
M.	31	3, 001	7, 0732	140, 875	1382, 078	0, 61153
M.	32	3, 001	7, 0732	249, 855	1795, 927	0, 59669
M.	33	6, 000	28, 2743	77, 500	4152, 000	0, 61963
M.	34	6, 000	28, 2743	78, 005	4165, 000	0, 61956
M.	35	6, 000	28, 2743	135, 000	5471, 744	0, 61842
M.	36	6, 000	28, 2743	135, 250	5476, 555	0, 61868

Nimmt man unter den verschiedenen für μ gefundenen Werthen eine Mittelzahl, so kann man mit hinlänglicher Genauigkeit bei vorkommenden Fällen $\mu = 0,619$, also $\mu^2 = 0,38316$ annehmen. Auch beweisen diese Versuche, dafs man zureichend genau μ als eine beständige Zahl ansehen kann, ob es gleich sehr wahrscheinlich ist, und durch die von einerlei Beobachter angestellten Versuche gerechtfertigt wird, dafs μ dergestalt von der Druckhöhe, dem Umfange und dem Querschnitte der Ausflufsöffnung abhängt, dafs unter übrigens gleichen Umständen μ desto gröfser wird, wenn der Querschnitt der Oeffnung wächst und ihr Umfang nebst der Druckhöhe abnehmen.

Diese Veränderlichkeit ist aber so unbedeutend, daſs solche hier aus der Rechnung wegbleiben kann; auch fehlt es noch an genauern und vielfältigeren Versuchen, um nach denselben diese Abhängigkeit bestimmter anzugeben.

Ueber den Ausfluſs durch kurze Ansatzröhren haben ebenfalls Bossüt und J. T. Michelotti schätzbare Versuche angestellt, wohin man auch einige von Venturi (*Recherches expérimentales sur le principe de la communication latérale. à Paris* 1797.) rechnen kann. Die nachstehende Tafel enthält die Zusammenstellung dieser Versuche, wobei zu bemerken ist, daſs nur die Ansatzröhren, deren sich Michelotti bediente, einen quadratförmigen Querschnitt von drei Zoll Seitenlänge hatten, die übrigen Röhren aber cylindrisch waren. In der letzten Spalte dieser Tafel ist μ bestimmt; auch beziehen sich sämmtliche Abmessungen in derselben auf Pariser Zollmaaſs.

Versuche mit kurzen prismatischen Ansatzröhren.

Beobachter.	Nro.	Durchmesser der Röhre.	Länge der Röhre.	Inhalt vom Querschnitt der Röhre.	Druckhöhe.	Wassermenge in jeder Sekunde.	Contractionscoefficient.
		Zoll.	Zoll.	□ Zoll.	Zoll.	Kubikzoll.	μ.
B.	1	0, 500	2, 00	0, 1963	24, 000	20, 367	0, 78672
B.	2	0, 500	2, 00	0, 1963	46, 000	28, 150	0, 78541
B.	3	0, 833	2, 00	0, 5454	24, 000	56, 700	0, 78828
B.	4	0, 833	2, 00	0, 5454	46, 000	78, 383	0, 78713
B.	5	1, 000	1, 50	0, 7854	140, 833	202, 800	0, 80825
B.	6	1, 000	2, 00	0, 7854	140, 833	203, 133	0, 80957
B.	7	1, 000	4, 00	0, 7854	140, 833	204, 567	0, 81530
V.	8	1, 500	4, 75	1, 7671	27, 500	203, 303	0, 81495
V.	9	1, 500	4, 50	1, 7671	32, 500	222, 967	0, 82218
V.	10	1, 500	5, 00	1, 7671	32, 500	222, 967	0, 82218
M.	11	3, 000	8, 00	8, 9993	80, 333	1768, 979	0, 81467
M.	12	3, 000	8, 00	8, 9993	140, 250	2301, 942	0, 80232
M.	13	3, 000	8, 00	8, 9993	247, 750	3059, 503	0, 80233

Als Mittel aus diesen Versuchen erhält man für kurze prismatische Ansatzröhren $\mu = 0{,}8125 = \frac{13}{16}$, also $\mu^2 = 0{,}660156$; wobei aber ganz ähnliche Bemerkungen wie bei den Contractioncoefficienten der Oeffnungen in dünnen Wänden gelten.

§. 9.

Am gleich weiten Behälter ABCD Figur 4. befinde sich eine cylindrische Röhre DEF, und bei F fliefse eben so viel Wasser aus, als in den bis AB voll erhaltenen Behälter zufliefst. Man setze den Querschnitt des Behälters $= A$, den Umfang dieses Querschnitts $= P$, die Höhe $AE = L$; ferner den Querschnitt der Röhre $= a$, seinen Umfang $= p$, die Länge der Röhre $= l$; die gesammte Druckhöhe $FG = h$, und die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser unveränderlich bei FG ausläuft $= c$, so ist nach §. 7., weil bei F keine Contraction statt findet, also daselbst $\mu = 1$ wird,

$$E = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{\mu^2 a^2} \text{ und } F = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{\mu^2 A^2} \text{ also } E - F = \frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right), \text{ daher}$$

$$4gh = \frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right) a^2 c^2 + 4gR \text{ oder}$$

$$4\mu^2 gh = \left(1 - \frac{a^2}{A^2}\right) c^2 + 4\mu^2 gR.$$

Der Widerstand des Wassers an den Wänden der Röhre DEF sei R', an den Wänden des Gefäfses $ABCD = R''$, also $R = R' + R''$. Ferner sei C die Geschwindigkeit des Wassers im Gefäfse, so erhält man nach §. 2 und 3., weil hier φ und ω beständige Gröfsen sind

$$\int \frac{\varphi d\sigma}{\omega} (BC + B^1 C^2) = \frac{PL}{A} (BC + B^1 C^2) = R'' \text{ und}$$

$$\int \frac{\varphi d\sigma}{\omega} (Bc + B^1 c^2) = \frac{pl}{a} (Bc + B^1 c^2) = R', \text{ also weil } C = \frac{ac}{A} \text{ ist,}$$

$$R = \frac{pl}{a} (Bc + B^1 c^2) + \frac{PL}{A} \left(B \frac{a}{A} c + B^1 \frac{a^2}{A^2} c^2\right), \text{ daher}$$

$$(X.)\quad 4\mu^2 gh = \left(1 - \frac{a^2}{A^2}\right) c^2 + 4\mu^2 g \frac{pl}{a} (Bc + B^1 c^2) + 4\mu^2 g \frac{PL}{A} \left(B \frac{a}{A} c + B^1 \frac{a^2}{A^2} c^2\right).$$

und

und so bald die unbestimmten Coefficienten B, B' bekannt sind, so kann hieraus die Geschwindigkeit c für jeden besondern Fall leicht entwickelt werden.

Bei einem sehr weiten Gefäfse verschwindet a^2 gegen A^2, und wenn überdies die Röhre eine beträchtliche Länge hat, so kann man den Widerstand, welcher vom Zusammenhange des Wassers mit den Wänden des Behälters ABCD entsteht, weglassen; dies giebt $\frac{a^2}{A^2} = o$ und $B'' = o$, daher ist alsdann

$$4\mu^2 gh = c^2 + 4\mu^2 g \frac{pl}{a} (Bc + B'c^2) \text{ oder}$$

$$\text{(XI.)} \quad \frac{a}{pl}\left(h - \frac{c^2}{4\mu^2 g}\right) = Bc + B'c^2.$$

In den *Recherches sur la théorie des eaux courantes* (*Paris* 1804.) findet Herr Prony (p. 155.), wenn die dortigen Zeichen mit den hier gebrauchten vertauscht werden,

$$\frac{ah}{pl} = Bc + B'c^2$$

wo offenbar das sehr wesentliche Glied $\frac{ac^2}{4\mu^2 gpl}$ vernachläfsigt ist. Der Mangel dieses Gliedes führt auf die ungereimte Folge, dafs für $l = o$ die Geschwindigkeit $c = \infty$ werden mufste, da doch alsdann $c = 2\mu\sqrt{gh}$ ist.

Setzt man den Durchmesser der cylindrischen Röhre DEF $= d$, so ist $p = \pi d$ (wo π die Zahl 3,14159 .... bezeichnet) und

$$a = \tfrac{1}{4}\pi d^2 \text{ also } \frac{a}{p} = \tfrac{1}{4} d, \text{ daher nach (XI.)}$$

$$\frac{d}{4l}\left(h - \frac{c^2}{4\mu^2 g}\right) = Bc + B'c^2.$$

Sollen nun die Coefficienten B und B' auf das Maafs eines jeden Landes ohne Abänderung passen, so mufs die vorstehende Gleichung in allen Gliedern gleiche Dimensionen enthalten. Zu diesem Ende setze man die noch zu bestimmende Gröfse $B' = \frac{\beta}{g}$, wo g die Höhe für den freien Fall

in der ersten Sekunde, und B, β, abstracte Zahlen bezeichnen, so erhält man

$$\text{(XII.)}\quad \frac{d}{4l}\left(h - \frac{c^2}{4\mu^2 g}\right) = Bc + \beta\frac{c^2}{g}$$

da alsdann $\mu^2 = 0,660156$, und für französisches Zollmaafs $g = 181,176$, oder für preufsisches Fufsmaafs $g = 15\frac{5}{8}$ ist.

Hiernach findet man, so bald die Coefficienten B, β bekannt sind, die Geschwindigkeit

$$c = \frac{-1 \pm \sqrt{\left[1^2 + \left(\frac{\beta l}{B^2 g} + \frac{d}{16\mu^2 B^2 g}\right) dh\right]}}{2\left(\frac{\beta l}{Bg} + \frac{d}{16\mu^2 Bg}\right)}$$

wo nur die positive Wurzel genommen werden kann, weil kein negativer Werth für c gesucht wird.

Untersuchungen über die Bewegung des Wassers, wenn auf die Contraction, welche beim Durchgange durch verschiedene Oeffnungen statt findet und auf den Widerstand, welcher die Bewegung des Wassers längs den Wänden der Behältnisse verzögert, Rücksicht genommen wird.

Fortsetzung der vorhergehenden Abhandlung. *)

§. 10.

Zur Bestimmung der unbekannten Coefficienten B, B′ aus zureichend genauen und vollständigen Versuchen, wird es genügen, die bis jetzt noch nicht übertroffenen Versuche von Couplet (*Recherches sur le mouvement des eaux. Mém. de l'Acad. de Paris, Année* 1732.), Bossut (*Traité d'Hydrodynamique, Tome II. Paris l'An IV.*) und Büat (*Principes d'Hydraulique, Tome I. Paris* 1786.) zusammen zu stellen, da unter denselben alle die Fälle enthalten sind, welche in der Ausübung nur vorkommen können. Röhren von einem bis zu 15 Zoll Durchmesser, von 10 bis 7000 Fuſs Länge, und Geschwindigkeiten des ausflieſsenden Wassers von $1\frac{1}{2}$ bis 84 Zoll enthalten alles, was in dieser Absicht zu wünschen ist. Solche Röhren, deren Durchmesser noch weniger als einen Zoll beträgt, konnten bei der Unsicherheit, mit welcher ihre innere Weiten bestimmt werden, um so mehr weg-

*) Vorgelesen den 17. October 1811.

bleiben, da sie in der Anwendung beinahe gar nicht vorkommen, und die bedeutende Zahl von 61 Versuchen, welche in der folgenden Tafel §. 11. zusammengestellt sind, zureichend ist, die unbekannten Coefficienten genau genug auszumitteln. Nur die Art dieser Ausmittelung ist nicht gleichgültig, weil es einleuchtet, daſs bei den unvermeidlichen Unvollkommenheiten, welchen die Beobachtungen über die Bewegung des Wassers, so wie andere zusammengesetzte Beobachtungen, unterworfen sind, keine vollkommen genaue Uebereinstimmung unter den Versuchen erwartet werden kann, weshalb ein jeder einzelne Versuch andere Werthe für die Coefficienten B, B′ geben wird.

Es lassen sich eine Menge Voraussetzungen aufstellen, welche dazu dienen können, aus sämmtlichen Versuchen Mittelwerthe für B, B′ abzuleiten, und da hier zwei unbekannte Gröſsen zu bestimmen sind, so müssen wenigstens aus den Versuchen zwei Gleichungen gebildet werden. Wollte man einzelnen Versuchen einen höhern Werth als allen übrigen beilegen, so könnten diese zur Bildung der Gleichungen dienen, oder wenn man annimmt, daſs alle Versuche mit gleicher Sorgfalt angestellt sind, so kann man voraussetzen, daſs die algebraische Summe aller Abweichungen zusammen Null seyn müsse, wenn die gegebenen Abmessungen aus den Versuchen in die gefundene Gleichung

$$\frac{d}{4l}\left(h - \frac{c^2}{4\mu^2 g}\right) - Bc - B' c^2 = 0$$

gesetzt werden.

Eben so könnte man die Versuche in mehrere Abtheilungen bringen und für jede derselben die algebraische Summe der Abweichungen $= 0$ setzen. Auch läſst sich annehmen, daſs die gröſste Abweichung, ohne auf das Zeichen zu sehen, so klein wie möglich werde, oder auch, daſs die Summe aller Abweichungen von den Versuchen, sämmtlich positiv genommen, ein Kleinstes seyn soll. Die zuerst angeführten Voraussetzungen geben gröſstentheils bei einzelnen Versuchen bedeutende Abweichungen, welches weniger zu erwarten ist, wenn man den gröſsten Fehler so klein wie möglich annimmt. Aber in diesem Falle werden die unbekannten Coefficienten vorzüglich durch die am meisten abweichende Versuche bestimmt, daher es hier zweckmäſsiger ist, die Voraussetzung anzunehmen, daſs die Summe aller Fehler oder Abweichungen, sämmtlich positiv genommen, so klein wie möglich werde. Wird dieses als erste Be-

dingung festgesetzt, so kann auch noch eine zweite Voraussetzung angenommen werden, wobei es am natürlichsten zu seyn scheint, die algebraische Summe aller Abweichungen = o zu setzen. Allein hiebei tritt für den vorliegenden Fall der besondere Umstand ein, daſs bei denjenigen Versuchen, aus welchen die Werthe für B und B′ bestimmt werden sollen, die Geschwindigkeiten von $1\frac{1}{2}$ bis 84 Zoll wachsen und daſs eine absolute Abweichung von einem halben Zoll bei 84 Zoll zwar nicht sehr bedeutend ist, bei $1\frac{1}{2}$ Zoll aber den dritten Theil der ganzen Geschwindigkeit beträgt. Es kommt also vielmehr noch darauf an, daſs für jeden besondern Versuch die Abweichungen der berechneten Geschwindigkeiten nur einen geringen Theil der beobachteten Geschwindigkeiten betragen, welches nothwendig dadurch erlangt werden kann, wenn man vorzugsweise die Versuche mit kleinen Geschwindigkeiten zur Bildung der zweiten Hauptgleichung benutzt. Hiezu eigneten sich vorzüglich die beiden ersten Versuche der im folgenden §. befindlichen Tafel, bei welcher man eine solche Anordnung getroffen hat, daſs auf die kleinsten beobachteten Geschwindigkeiten die gröſsern folgen.

Nach der Feststellung beider Voraussetzungen, unter welchen B und B′ bestimmt werden soll, kann in Absicht des Beweises für das Verfahren zur Auffindung dieser kleinsten Summe aller Abweichungen, auf die Mechanik des Himmels von Laplace (Zweiter Theil §. 40.) verwiesen werden. Mit Rücksicht auf die zweite Voraussetzung ist hier folgendes zu bemerken. Man setze:

$$\frac{d}{4lc}\left(h - \frac{c^2}{4\mu^2 g}\right) = f,$$

so ist die allgemeine Gleichung:

$$f - B - B'c = o.$$

Aus sämmtlichen Versuchen berechne man für die verschiedenen Geschwindigkeiten c', c'', c''', ... die zugehörigen Werthe f', f'', f''', ... welche in der folgenden Tafel aufgeführt sind, und es sey:

$$f' - B - B'c' = \delta'$$
$$f'' - B - B'c'' = \delta''$$
$$f''' - B - B'c''' = \delta'''$$
$$\cdots\cdots\cdots$$

wo δ', δ'', ... die Abweichungen bezeichnen, welche durch die Berechnung entstehen. Sind nun c', c'' die beiden kleinsten Geschwindigkeiten, so ist nach der zweiten Voraussetzung $\delta' + \delta'' = 0$ also

$$\frac{f' + f''}{2} - B - B' \frac{c' + c''}{2} = 0,$$ oder wenn man

$$\frac{f' + f''}{2} = F \text{ und } \frac{c' + c''}{2} = C$$ setzt

$$F - B - B'C = 0.$$

Wird diese Gleichung von jeder der vorstehenden abgezogen, so ist

$$f' - F - B'(c' - C) = \delta'$$
$$f'' - F - B'(c'' - C) = \delta''$$
$$f''' - F - B'(c''' - C) = \delta'''.$$

hierauf suche man die Quotienten $\frac{f' - F}{c' - C}$; $\frac{f'' - F}{c'' - C}$; $\frac{f''' - F}{c''' - C}$; ...., ordne solche nach ihrer Gröſse, indem man mit dem gröſsten positiven anfängt und beim gröſsten negativen aufhört; dies gebe folgende Reihe:

$$\frac{M_{\prime}}{N_{\prime}}; \frac{M_{\prime\prime}}{N_{\prime\prime}}; \ldots \frac{M_k}{N_k} \ldots \frac{M_n}{N_n}$$

Man nehme alle Nenner dieser Reihe positiv, und es sey:

$$N_{\prime} + N_{\prime\prime} + \ldots N_k \ldots + N_n = S$$
$$N_{\prime} + N_{\prime\prime} + \ldots\ldots + N_{k-1} < \tfrac{1}{2}S$$
$$N_{\prime} + N_{\prime\prime} + \ldots + N_{k-1} + N_k > \tfrac{1}{2}S$$

so muſs, wenn die Summe aller Abweichungen δ', δ'', δ''', ..., positiv genommen, ein Kleinstes werden soll,

$$B' = \frac{M_k}{N_k}$$ seyn, wodurch man

$$B = F - \frac{M_k}{N_k} C$$ findet.

Nach den Angaben auf der nachstehenden Tafel ist nun

$$F = 0{,}000\,036\,0155 \text{ und } C = 1{,}79985.$$

Werden hiernach die Quotienten $\frac{f' - F}{c' - C}$; $\frac{f'' - F}{c'' - C}$; .... bestimmt und in Absicht ihrer Größe geordnet, so folgen sie in Bezug auf die Nummern der Versuche der folgenden Tafel in der hier stehenden Ordnung:

Nro. 1. 2. 3. 9. 10. 5. 11. 13. 6. 16. 18. 8. 15. 7. 14. 43. 20. 22. 17. 26. 24. 28. 27. 19. 12. 23. 36. 30. 32. 21. 29. 38. 25. 35. 31. 33. 41. 37. 40. 34. 39. 42. 45. 46. 44. 48. 47. 50. 49. 51. 4.

Die Summe aller Nenner positiv genommen, ist = 1161, 989, also $\frac{1}{2}$ S = 580, 994, und man findet, wenn die Nenner in der vorstehenden Ordnung bis zum 41sten Versuch, diesen mit inbegriffen, addirt werden, die Zahl 562, 937 < $\frac{1}{2}$ S, wenn man aber noch den Nenner des 37sten Versuchs dazu addirt, 590, 352 > $\frac{1}{2}$ S, daher ist der Quotient, welcher dem 37sten Versuche entspricht oder

$$B' = 0,000\,007\,588\,182,$$

und weil $B = F - B'C$ ist, so erhält man

$$B = 0,000\,022\,357\,912.$$

Da sich nun alle Abmessungen der nachstehenden Tafel auf pariser Zollmaafs beziehen, so ist hier g = 181, 176, daher B'g oder

$$\beta = 0,001\,374\,787$$

$$\frac{\beta}{B} = 61,490\,555$$

$$\frac{\beta}{B^2} = 2750273,9$$

$$\frac{1}{16\mu^2 B} = 4234,4968$$

$$\frac{1}{16\mu^2 B^2} = 189395917.$$

Hiernach findet man die mittlere Geschwindigkeit des Wassers einer Röhrenleitung in dem Maafse eines jeden Landes, oder

$$c = \frac{-1 + \sqrt{\left[1^2 + (2750273\,1 + 189395917\,d)\frac{dh}{g}\right]}}{(122,98\,1 + 8469\,d)\frac{1}{g}}$$

Wird g = 181, 176 gesetzt, so erhält man für pariser Zollmaafs

$$c = \frac{-1 + \sqrt{[1^2 + (15180\,1 + 1045370\,d)\,dh]}}{0,6788\,1 + 46,74\,d}$$

oder wenn man $g = 15\frac{5}{8}$ Fuſs annimmt, so findet man für rheinländisches oder preuſsisches Fuſsmaaſs

$$c = \frac{-l + \sqrt{[l^2 + (1760171\,l + 18121336\,d)\,dh]}}{7,87 + 542\,d}.$$

§. 11.

Um zu übersehen, mit welcher Genauigkeit in vorkommenden Fällen die Geschwindigkeiten des durch Röhrenleitungen bewegten Wassers, nach den zuletzt angegebenen allgemeinen Ausdrücken, bestimmt werden können, sind in der nachstehenden Tafel neben den durch Erfahrung gefundenen Geschwindigkeiten zugleich diejenigen angegeben, welche nach der für pariser Zollmaaſs gefundenen Formel berechnet sind, welchen noch die Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Geschwindigkeiten beigefügt worden; weil aber diese keine so vollständige Uebersicht von der Genauigkeit der berechneten Werthe gewähren, als wenn man angiebt, was dieser Unterschied für ein Theil von der beobachteten Geschwindigkeit ist, oder wenn man den gefundenen Unterschied durch die beobachtete Geschwindigkeit dividirt, so ist auch noch diese letzte Spalte der folgenden Tafel berechnet worden.

Die Bedeutung der zur Abkürzung in der folgenden Tafel eingeführten Buchstaben ist:

d, Durchmesser der Röhre,

l, Länge derselben.

h, Druckhöhe, oder Abstand des Wasserspiegels im Behälter, vom Mittelpunkt der Ausfluſsöffnung,

$$f = \frac{d}{4lc}\left(h - \frac{c^2}{4\mu^2 g}\right)$$

c, Geschwindigkeit des Wassers nach der Erfahrung,

[c] Berechnete Geschwindigkeit nach der Formel

$$\frac{-l + \sqrt{[l^2 + (151801 + 1045370\,d)\,dh]}}{0,6788\,l + 46,74\,d}$$

δ, Unterschied zwischen der beobachteten und berechneten Geschwindigkeit $= c - [c]$,

$\frac{\delta}{c}$ oder Angabe desjenigen Theils der beobachteten Geschwindigkeit, welcher dem gefundenen Unterschied δ entspricht.

Tafel,



Tafel, welche die Versuche und Berechnungen über die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen enthält.

Beobachter.	Nro.	d	l	h	f	c	[c]	δ	$\frac{\delta}{c}$
Büat	1	1	737	0,15	0,0000491	1,589	1,472	+0,117	0,079
Coupl.	2	5	84240	5,583	0,0000827	2,011	2,144	—0,133	0,062
—	3	5	84240	$11\frac{1}{3}$	0,0001679	3,154	3,454	—0,300	0,087
Büat	4	1	737	0,5	0,0001603	3,623	3,370	+0,253	0,075
Coupl.	5	5	84240	16,75	0,0002480	4,127	4,429	—0,302	0,068
—	6	5	84240	21,083	0,0003121	4,806	5,106	—0,300	0,059
—	7	5	84240	24	0,0003553	5,213	5,525	—0,312	0,056
—	8	5	84240	25	0,0003701	5,323	5,663	—0,340	0,060
Büat	9	1	138,5	0,7	0,0009787	8,689	9,608	—0,919	0,096
—	10	1	737	4,2	0,0013474	10,441	11,825	—1,384	0,117
—	11	1	737	4,2	0,0013439	10,671	11,825	—1,154	0,098
Bossüt	12	1	600	4	0,0015365	12,223	12,777	—0,554	0,044
—	13	$1\frac{1}{3}$	2160	12	0,0018009	12,562	13,949	—1,387	0,099
Büat	14	1	737	5,93	0,0018859	13,315	14,281	—0,966	0,067
Bossüt	15	$1\frac{1}{3}$	1800	12	0,0021457	14,066	14,878	—0,812	0,055
Büat	16	1	737	7,78	0,0024772	15,112	16,538	—1,426	0,086
Bossüt	17	$1\frac{1}{3}$	1440	12	0,0026519	16,128	17,308	—1,180	0,068
Büat	18	1	737	8,96	0,0028513	16,284	17,839	—1,555	0,087
Bossüt	19	2,01	2160	12	0,0026613	16,377	17,261	—0,884	0,051
Büat	20	1	737	8,96	0,0028434	16,625	17,839	—1,214	0,068
Bossüt	21	2,01	1800	12	0,0031545	18,304	18,924	—0,620	0,033
—	22	$1\frac{1}{3}$	2160	24	0,0035885	18,896	20,266	—1,370	0,067
—	23	$1\frac{1}{3}$	1080	12	0,0034722	18,943	19,133	—0,190	0,010
Büat	24	1	737	12,32	0,0038958	19,991	20,135	—0,144	0,007
Bossüt	25	2,01	1440	12	0,0038748	20,707	21,134	—0,427	0,020
Büat	26	1	737	13,7	0,0043355	20,970	22,358	—1,388	0,062
Bossüt	27	$1\frac{1}{3}$	1800	24	0,0042732	21,032	22,241	—1,209	0,054
Büat	28	1	737	14,6	0,0046139	21,856	23,129	—1,273	0,055
Bossüt	29	1	600	12	0,0045675	22,282	23,025	—0,743	0,032

Fortsetzung der Tafel.

Beob-achter.	Nro.	d	l	h	f	c	[c]	δ	$\frac{\delta}{c}$
Bossüt	30	$1\frac{1}{3}$	720	12	0,0050275	23, 360	24, 193	—0,833	0, 034
—	31	2, 01	1080	12	0,0050322	23, 806	24, 266	—0,460	0, 019
—	32	$1\frac{1}{3}$	1440	24	0,0052767	24, 004	24, 877	—0,873	0, 035
—	33	2, 01	2160	24	0,0052860	24, 731	24, 946	—0,215	0, 009
—	34	2, 01	1800	24	0,0062597	27, 470	27, 112	+0,358	0, 013
—	35	$1\frac{1}{3}$	1080	24	0,0068989	28, 075	28, 656	—0,581	0, 020
Büat	36	1	737	23, 7	0,0074566	28, 669	29, 809	—1, 140	0, 038
Bossüt	37	2, 01	720	12	0,0071299	29, 215	29, 215	0,000	0, 000
Büat	38	1	138,5	6	0,0075820	29, 341	29, 907	—0,566	0, 019
Bossüt	39	2, 01	1440	24	0,0076785	30, 896	30, 416	+0,480	0, 015
—	40	$1\frac{1}{3}$	360	12	0,0089831	33, 160	32, 969	+0,191	0, 006
—	41	$1\frac{1}{3}$	720	24	0,0099611	34, 473	34, 732	—0,259	0, 008
—	42	2, 01	1080	24	0,0099227	35, 765	34, 835	+0,930	0, 027
Coupl.	43	18	43200	145,083	0,0147789	39, 159	42, 591	—3,432	0, 086
Bossüt	44	2, 01	360	12	0,0120064	40, 322	37, 108	+3,214	0, 087
—	45	2, 01	720	24	0,0140527	43, 000	41, 811	+1,189	0, 029
—	46	$1\frac{1}{3}$	360	24	0,0176633	48, 534	47, 095	+1,439	0, 031
Büat	47	1	117	18	0,0232761	58, 310	55, 568	+2,742	0, 049
—	48	1	138,5	20, 95	0,0247675	58, 808	56, 718	+2,090	0, 037
Bossüt	49	2, 01	360	24	0,0283772	58, 903	55, 418	+3,485	0, 063
Büat	50	1	117	$26\frac{2}{3}$	0,0342743	71, 301	67, 833	+3,468	0, 051
—	51	1	117	36	0,0446957	84, 945	78, 963	+5,982	0, 076

§. 12.

Wird nicht die gröſste Genauigkeit bei der Bestimmung der Geschwindigkeit des Wassers erfordert, so kann man ohne Nachtheil den Coefficienten B = o, also

$$\frac{d}{4l}\left(h - \frac{c^2}{4\mu^2 g}\right) = B' c^2 \text{ oder } \frac{d}{4l}\left(\frac{h}{c^2} - \frac{1}{4\mu^2 g}\right) = B'$$

setzen, und es kommt darauf an, aus den vorhandenen 51 Versuchen, für

diesen Fall, den Werth für B zu bestimmen. Nimmt man hiebei nur die Voraussetzung an, daſs die Summe der Abweichungen, positiv genommen, ein Minimum werden soll, so dürfen nur nach der Tafel §. 11. sämmtliche Werthe für $\frac{d}{4l}\left(\frac{h}{c^2} - \frac{1}{4\mu^2 g}\right)$ berechnet und nach ihrer Gröſse geordnet werden, so ist der mittelste oder 26ste Werth derjenige, welcher dem Coefficienten B′ entspricht. Verrichtet man diese Rechnung, so entsteht für die nach ihrer Gröſse geordneten Werthe folgende Zusammenstellung nach der Nummer der Versuche:

No. 2. 1. 3. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 4. 11. 13. 16. 15. 18. 14. 20. 12. 17. 22. 19. 26. 24. 23. 27. 28. 43. 21. 30. 29. 32. 36. 25. 31. 38. 35. 33. 41. 37. 34. 40. 31. 42. 45. 46. 44. 48. 47. 50. 49. 51.

Der mittelste Werth bei No. 28. giebt

$B' = 0{,}000\,009\,658\,75$, also B′g oder

$\beta = 0{,}001\,749\,934$. Nun ist

$$c = 2\mu\sqrt{g}\sqrt{\frac{hd}{16\mu^2\beta l + d}},$$

daher für das Maaſs eines jeden Landes

$$c = 1{,}625\sqrt{g}\sqrt{\frac{hd}{0{,}018481 + d}} \text{ oder}$$

$$c = 1{,}625\sqrt{g}\sqrt{\frac{54hd}{l + 54d}},$$

oder im pariser Zollmaaſs

$$c = 21{,}87\sqrt{\frac{54hd}{l + 54d}},$$

oder im preuſsischen Fuſsmaaſse

$$c = 6{,}42\sqrt{\frac{54hd}{l + 54d}}.$$

§. 13.

Die allgemeinen Ausdrücke, welche für die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen gefunden worden, lassen sich mit geringen Abänderungen auf die Bewegung des Wassers in oben offenen Kanälen oder Fluſsbetten übertragen, wenn dabei eine regelmäſsige Gestalt des Fluſsbetts vorausgesetzt wird. Es sey daher in dem durchgängig gleich breiten oben offenen Kanale B′E′,

Figur 5., welche bei $B'B''$ ununterbrochen gleichen Zufluſs mit unveränderlicher Geschwindigkeit erhält, das bewegte Wasser dergestalt in den Beharrungszustand gekommen, daſs $B''M''E''$ die unveränderliche Oberfläche des bewegten Wassers, $B'M'E'$ den Längendurchschnitt der Sohle des Fluſsbetts und BME die centrische Linie der Wassermasse darstellt. Die Queerschnitte $B'B''$, $M'M''$, $E'E''$ sollen auf der centrischen Linie in den zugehörigen Durchschnittspunkten B, M, E winkelrecht stehen; auch ist die Abscissenaxe AD, auf welcher die Ordinaten senkrecht stehen, wagerecht angenommen. Man setze $AP = x$, $PM = z$, die Länge der centrischen Linie bis zum unbestimmten Querschnitt $M'M''$ oder $BM = \sigma$; $AB = k$, $DE = k'$; den Querschnitt $B'B'' = A$, $M'M'' = \omega$, $E'E'' = w$, und den Umfang des Fluſsbetts (so genommen, daſs nur die Wände des Kanals, und nicht der Wasserspiegel, nach den Bedingungen §. 2., in Rechnung kommen), bei $B'B'' = P$, bei $M'M'' = \varphi$, bei $E'E'' = p$. Ferner die Geschwindigkeit des Wassers in $B'B'' = c$, in $M'M'' = \psi$, in $E'E'' = v$.

Der Normaldruck des Wassers auf den Querschnitt $B'B''$ entspreche dem Gewicht einer Wassersäule von der Höhe $= q$, auf $E'E'' = q'$, auf $M'M'' = q''$. Wächst $AP = x$ um das Element $Pp = dx$, so wächst $PM = z$ um $oM = -dz$, und $BM = \sigma$ um $Mm = d\sigma$. Nun ist der Normaldruck von der Wassermasse BM gegen die Fläche $M'M'' = \gamma\omega q''$, also der Normaldruck, welcher von der einzelnen Elementarschicht $M'm'm''M''$ gegen $m'm''$ entsteht $= \gamma\omega dq''$.

Vom Gewicht $\gamma\omega d\sigma$ des Elements $M'm'm''M''$ entsteht nach der Richtung Mm eine bewegende Kraft

$$\gamma\omega d\sigma \frac{Mo}{Mm} = -\gamma\omega d\sigma \frac{dz}{d\sigma} = -\gamma\omega dz.$$

Der Widerstand, welchen das bewegte Wasser einer Schicht leidet, werde wie §. 2. dem Umfange derselben und einer Function ihrer Geschwindigkeit proportional angenommen; alsdann ist der Widerstand, welchen die Elementarschicht $M'm'm''M''$ leidet $= \gamma\varphi d\sigma f(\psi)$. Nun muſs gegen $m'm''$ der Normaldruck $\gamma\omega dq''$ verwendet werden, daher bleibt zur Bewegung der Schicht $M'm'm''M''$ nur noch die bewegende Kraft

$$-\gamma\omega dz - \gamma\omega dq'' - \gamma\varphi d\sigma f\psi$$

übrig. Hieraus entspringt eine beschleunigende Kraft



$$\frac{-\gamma\omega dz - \gamma\omega dq'' - \gamma\varphi d\sigma f\psi}{\gamma\omega d\sigma} = -\frac{dz + dq''}{d\sigma} - \frac{\varphi}{\omega} f\psi.$$

Ist während der Bewegung von B bis M die Zeit t verflossen, so erhält man wie §. 2.

$$d\psi = \psi dt \left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right) + dt \left(\frac{d\psi}{dt}\right)$$

und daher die beschleunigende Kraft der Elementarschicht M'm'm''M''

$$\frac{d\psi}{2g dt} = \frac{\psi}{2g}\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right) + \frac{1}{2g}\left(\frac{d\psi}{dt}\right) \text{ oder}$$

$$\frac{\psi}{2g}\left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right) + \frac{1}{2g}\left(\frac{d\psi}{dt}\right) = -\frac{dz + dq''}{d\sigma} - \frac{\varphi}{\omega} f\psi \text{ daher}$$

$$4g(dq'' + dz) = -2\psi d\sigma \left(\frac{d\psi}{d\sigma}\right) - 2 d\sigma \left(\frac{d\psi}{dt}\right) - 4g \frac{\varphi}{\omega} d\sigma f\psi$$

hievon findet man das Integral, wie §. 3., wenn daselbst ψ^2 statt $\frac{v^2 w^2}{\omega^2}$ gesetzt wird

$$4g(q'' + z) = -\psi^2 - 2w \frac{dv}{dt}\int\frac{d\sigma}{\omega} - 4g\int\frac{\varphi}{\omega} d\sigma f\psi + \text{Const.}$$

und weil die Geschwindigkeit v im Querschnitt E'E'' unveränderlich, also $dv = 0$ ist, so erhält man

$$4g(q'' + z) = -\psi^2 - 4g\int\frac{\varphi}{\omega} d\sigma f\psi + \text{Const.}$$

Für $z = k$ wird $q'' = q$, $\psi = c$ und $\int\frac{\varphi}{\omega} d\sigma f\psi = 0$, daher

$$4g(q + k) = -c^2 + \text{Const.}$$

und für $z = k'$ wird $q'' = q'$, $\psi = v$ und $\int\frac{\varphi}{\omega} d\sigma f\psi$ werde $= N$, so ist alsdann

$$4g(q' + k') = -v^2 - 4gN + \text{Const.}$$

daher, wenn man diese Gleichung von der vorstehenden abzieht um die Constante weg zu schaffen,

$$4g(q - q' + k - k') = v^2 - c^2 + 4gN.$$

Wird die Bewegung des Wassers gleichförmig, so sind die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Querschnitten, also auch diese selbst einander gleich, und es ist $v = c$ und $q = q'$. Setzt man alsdann die Höhe $AF = h$, so wird $k - k' = h$, daher

$$4gh = 4gN \text{ oder } N = h.$$

Die ganze Länge BME sey $= l$, die unveränderliche Geschwindigkeit des Wassers in jedem Querschnitte $= c$, der Inhalt eines jeden Querschnitts $= a$, sein Umfang $= p$, und eben so wie §. 2. $f\psi = B\psi + B^{\prime}\psi^2$, wo B und B' noch näher zu bestimmende Coefficienten bezeichnen. Nun ist N dem Integral $\int \frac{\varphi}{\omega} d\sigma f\psi$ für den Fall gleich, daſs $\varphi = p$, $\omega = a$ und $\psi = c$ werde, und weil alsdann $\int d\sigma = l$ ist, so erhält man

$$N = \frac{p}{a} l \,(Bc + B^{\prime} c^2) \text{ oder}$$

$$\frac{ah}{pl} = Bc + B^{\prime} c^2.$$

Da nun hier $\frac{h}{l}$ eine unveränderliche Gröſse ist, so muſs bei der gleichförmigen Bewegung des Wassers auch dann, wenn die Hindernisse der Bewegung in Rechnung kommen, die Sohle des Fluſsbetts gradlinigt seyn.

Damit der zuletzt gefundene Ausdruck gleiche Dimensionen erhalte, und auf das Maaſs eines jeden Landes, ohne Abänderung, anwendbar sey, setze man $B' = \frac{\beta}{g}$, wo β ebenfalls einen noch näher zu bestimmenden Coefficienten bezeichnet, so wird

$$\frac{ah}{pl} = Bc + \frac{\beta}{g} c^2.$$

Wären daher die Coefficienten B, β bekannt, so fände man die Geschwindigkeit des Wassers in dem Maaſse eines jeden Landes, oder

$$c = -\frac{gB}{2\beta} + \sqrt{\left[\frac{g}{\beta}\,\frac{ah}{pl} + \frac{g^2 B^2}{4\beta^2}\right]}$$

wobei aber wohl zu bemerken ist, daſs dieser Ausdruck nur bei denjenigen flieſsenden Gewässern in offenen Fluſsbetten Anwendung findet, deren Fluſs-



bett, Gefälle und Wassertiefe unverändert bleiben, weil dessen einfache Gestalt nur unter diesen Bedingungen bestehen kann.

§. 14.

Ueber die Bewegung des Wassers in Flussbetten haben die Herren Büat (*Principes d'Hydraulique, Tome I. p.* 76—77.), Brünings (Allgemeine Wasserbaukunst v. Wiebeking I. Theil. S. 344 — 388.), Woltmann (Beiträge zur Baukunst schiffbarer Kanäle, S. 279.) und Funk (Beiträge zur allgemeinen Wasserbaukunst S. 97 — 100.) schätzbare Versuche angestellt. Sie sind um so mehr geeignet, die Coefficienten B und β zu bestimmen, da solche unter so mannigfaltigen Umständen angestellt sind, indem bei denselben Geschwindigkeiten von $\frac{2}{5}$ bis $7\frac{3}{8}$ Fuss und Querschnitte von Flussbetten vorkommen, welche von $\frac{2}{6}$ bis zu 19135 Quadratfuss wachsen. Die Büatschen Versuche sind in künstlichen Gerinnen, im Kanale du Jard und im Fluss Hayne; die Brüningsschen im Rheine, der Waal und der Yssel; die Woltmannschen in Entwässerungskanälen bei Cuxhaven und Ritzebüttel, und die Funkschen in der Weser im Fürstenthum Minden angestellt. Die Versuche, von welchen Hr. Funk (S. 100. a. a. O.) sagt, dass während derselben sich das Wasser nicht gleichförmig bewegte, so wie noch einige, welche zu sehr vom Mittel aus allen übrigen Versuchen abwichen, konnten bei der bedeutenden Anzahl der übrigen, sehr wohl weggelassen werden. In der nachstehenden ersten Tafel sind 36 Versuche von Büat, 16 von Brünings, 4 von Woltmann, und 35 von Funk, also überhaupt die bedeutende Anzahl von 91 Versuchen dergestalt aufgeführt worden, dass auf die kleinsten beobachteten Geschwindigkeiten die grössern folgen. Die in dieser Tafel zur Abkürzung aufgeführten Buchstaben haben folgende Bedeutung:

a, der Querschnitt des Flussbetts,

p, der Umfang desselben,

l, die Länge des Flussbetts, auf welche demselben ein Gefälle = h entspricht, also

$\frac{h}{l}$ der Abhang des Flussbetts, welches mit dem Wasserspiegel parallel läuft, und

c, die beobachtete Geschwindigkeit.

Hiebei ist noch besonders zu bemerken, daſs zur Erleichterung etwaniger Nachrechnungen die Abmessungen eben so aufgeführt sind, wie sie die Beobachter in ihrem landüblichen Maaſse angegeben haben; es beziehen sich daher in der ersten Tafel:

die Büatschen Versuche auf pariser Zollmaaſs,

die Brünings- und Funkschen Versuche auf rheinländisches Fuſsmaaſs, und

die Woltmannschen Versuche auf hamburger Fuſsmaaſs.

Dagegen sind in der folgenden zweiten Tafel alle Abmessungen auf rheinländisches oder preuſsisches Fuſsmaaſs gebracht worden.

Erste Tafel, welche die Versuche über die Bewegung des Wassers in Kanälen und Fluſsbetten enthält.

Beobachter.	Nro.	a	p	$\frac{l}{h}$	c	$\frac{ah}{plc}$
Büat	1	69, 00	25, 25	9288	4, 59	0, 000 06410
—	2	155, 25	35, 25	9288	5, 70	08319
—	3	6125	324	27648	7, 27	09405
—	4	7376	337	27648	7, 79	10162
—	5	20, 83	13, 62	1728	8, 94	09900
—	6	35, 22	21, 33	1412	9, 20	12711
—	7	7858	340	21827	9, 61	11018
—	8	34, 37	17	1728	9, 71	12049
Woltmann	9	34, 2	18, 1	15000	0, 98	12854
—	10	27, 1	16, 8	11650	0, 98	14128
Büat	11	36, 77	17, 56	1728	11, 45	10583
Woltmann	12	7, 064	10	4571	1, 116	13848
Büat	13	51, 75	23, 25	1412	12, 1	13017
—	14	11905	366	11520	12, 17	23201
—	15	42, 01	18, 69	1728	12, 34	10541
—	16	34, 50	21, 25	929	13, 56	12888
—	17	30905	568	32951	13, 61	12133
—	18	76, 19	26, 08	1412	14, 17	14601

Fort-

Fortsetzung der ersten Tafel.

Beobachter.	Nro.	a	p	$\frac{1}{h}$	c	$\frac{ah}{plc}$
Büat	19	105, 78	29, 17	1412	15, 55	0, 000 16517
—	20	10475	360	15360	15, 74	12035
Woltmann	21	11, 982	11	4800	1, 5	15129
Büat	22	39639	604	357 3	15, 96	11511
—	23	16252	402	8919	17, 42	25946
—	24	27, 2	15, 31	427	18, 28	22761
—	25	34, 5	21, 25	458	20, 24	17514
—	26	39, 36	18, 13	427	20, 30	25046
—	27	50, 44	20, 37	427	22, 37	25924
Funk	28	0, 26	2, 8	92, 3	2, 017	49878
Büat	29	56, 43	21, 5	427	23, 54	27270
—	30	83, 43	26	412	27, 14	28697
—	31	18, 84	13, 06	212	27, 51	24735
—	32	98, 74	28, 25	432	28, 29	28600
—	33	86, 25	27, 25	458	28, 29	24428
Brünings	34	1161	290	4931	2, 4559	33059
Büat	35	100, 74	28 53	432	28, 52	28660
Funk	36	777	356	2222	2, 46	39930
Büat	37	50, 6	29, 5	212	28, 92	27976
—	38	119, 58	31, 06	432	30, 16	29549
—	39	126, 2	31, 91	432	31, 58	28981
—	40	38838	601	6413	31, 77	31718
—	41	130, 71	32, 47	432	31, 89	29220
—	42	135, 32	33, 03	432	32, 52	29162
Brünings	43	2089	296	6701	2, 9232	36029
—	44	12703	1051	9045	2, 9264	45663
—	45	5752	577	7957	2, 9894	41909
Büat	46	31498	569	6048	35, 11	26070
Brünings	47	4419	590	5825	3, 1064	41392
Funk	48	2819	401, 9	5223	3, 223	41667

Fortsetzung der ersten Tafel.

Beobachter.	Nro.	a	p	$\frac{l}{h}$	c	$\frac{ah}{plc}$
Funk	49	1818	416	1987	3, 300	0, 000 66648
Brünings	50	3088	347	6701	3, 3124	40093
Funk	51	3091	366	4009	3, 370	62510
Brünings	52	15640	1639	7571	3, 4802	36216
—	53	4542	540	4542	3, 5743	51810
—	54	19135	1176	9045	3, 8553	46661
—	55	7017	595	7957	3, 8815	38185
—	56	2875	316	4931	3, 9043	47258
Funk	57	2247	434	1987	3, 906	66709
—	58	3419	373	4009	3, 949	57899
Brünings	59	4810	724	5825	4, 0597	49121
—	60	11328	999	7957	4, 121	34581
—	61	12630	765	7957	4, 1405	50111
—	62	26422	1670	7571	4, 1551	50294
Funk	63	3700	381, 5	4009	4, 262	56762
—	64	7415	575	5223	4, 516	54672
—	65	3946	386	4009	4, 622	55170
—	66	4991	636	3251	4, 676	51622
Brünings	67	7190	593	4542	4, 696	56846
Funk	68	2697	452	1987	4, 750	63220
—	69	1887	371	2222	4, 786	47828
—	70	4227	388, 8	4009	4, 800	56497
—	71	2207, 5	336, 3	1817	4, 809	75121
—	72	6373	642, 9	3251	5, 0196	60746
—	73	4818	410, 7	4009	5, 091	57478
—	74	3006	464	1987	5, 100	63930
—	75	5021, 5	414, 5	4009	5, 125	58963
—	76	2540, 5	352, 5	1817	5, 183	76529
—	77	5556, 5	451, 5	4009	5, 300	57921
—	78	6348, 4	462, 4	4009	5, 530	61928

Fortsetzung der ersten Tafel.

Beobachter.	Nro.	a	p	$\frac{1}{h}$	c	$\frac{ah}{plc}$
Funk	79	3570	484	1987	5, 600	0, 000 66288
—	80	3931	497	1987	5, 800	68631
—	81	4250	508	1987	5, 956	70692
—	82	3383, 5	390	1817	6, 174	78095
—	83	3583, 5	396, 3	1817	6, 352	78346
—	84	5150	507	1987	6, 400	79876
—	85	3777	400, 2	1817	6, 485	80095
—	86	5399	543	1987	6, 500	76985
—	87	5876	566	1987	6, 695	78040
—	88	6259	571	1987	6, 752	81703
—	89	4845	426, 3	1817	7, 311	85555
—	90	6016	464	1817	7, 677	92949
—	91	5532	441, 4	1817	7, 698	89602

Zur Bestimmung der Coefficienten B, B′ in der Gleichung $\frac{ah}{plc} = B + B'c$ kann das §. 10. auseinander gesetzte Verfahren dienen, indem man hier $\frac{ah}{plc} = f$ setzt, und dadurch die allgemeine Gleichung

$$f - B - B'c = 0$$

erhält. Die Werthe für $f = \frac{ah}{plc}$ aus jedem Versuche sind in der letzten Spalte der vorstehenden Tafel enthalten, wobei noch angeführt wird, daſs solche für das Maaſs eines jeden Landes einerlei bleiben, weil der Ausdruck für f im Zähler und Nenner eine gleiche Anzahl von Dimensionen hat. Zur Bildung der ersten besondern Gleichung

$$F - B - B'C = 0$$

wähle man hier aus ähnlichen Gründen, wie §. 10., die zehn ersten Versuche der folgenden Tafel, so findet man

$$F = 0,000\,106\,956 \text{ und } C = 0,7207,$$

und wenn man hiernach die Quotienten $\frac{f' - F}{c' - C}$; $\frac{f'' - F}{c'' - C}$; $\frac{f''' - F}{c''' - C}$; ...... bestimmt, und in Absicht ihrer Gröſse so ordnet, daſs man mit dem gröſsten positiven anfängt, und beim gröſsten negativen aufhört, so folgen sie in Bezug auf die Nummern der Versuche der Tafel in der hier stehenden Ordnung:

Nro. 14. 28. 6. 49. 10. 51. 23. 57. 36. 44. 71. 76. 58. 53. 24. 26. 45.
3. 63. 1. 68. 47. 29. 27. 82. 9. 48. 84. 74. 85. 83. 64. 12. 90.
88. 72. 8. 67. 62. 61. 59. 43. 56. 54. 86. 81. 80. 65. 79. 89. 50.
91. 87. 70. 30. 75. 4. 73. 78. 32. 40. 2. 66. 35. 77. 38. 37. 19.
52. 69. 39. 41. 42. 31. 55. 33. 18. 13. 34. 60. 21. 46. 25. 16. 17.
7. 20. 22. 11. 15. 5.

Die Summe aller Nenner positiv genommen ist $= 237,6246$, daher $\frac{1}{2}S = 118,8123$, und man findet, wenn die Nenner in der vorstehenden Ordnung bis zum 56sten Versuche, diesen mit inbegriffen, addirt werden, die Zahl $117,4656 > \frac{1}{2}S$, und wenn man noch den Nenner des 54sten Versuchs dazu setzt, $120,6002 > \frac{1}{2}S$, daher ist der Quotient, welcher dem 54sten Versuche entspricht, $= B'$, oder

$$B' = 0,000\,114\,736\,818.$$

Ferner ist $B = F - B'C$, daher

$$B = 0,000\,024\,265\,181,$$

und weil sich hier alle Abmessungen auf rheinländisches Fuſsmaaſs beziehen, von welchem der Fuſs 139,13 pariser Linien enthält, so ist $g = 15\frac{5}{8}$, also $B'g$ oder

$$\beta = 0,001\,792\,763$$

$$\frac{1}{\beta} = 557,7984$$

$$\frac{B}{2\beta} = 0,006\,767\,532$$

$$\frac{B^2}{4\beta^2} = 0,000\,045\,7995.$$

Es ist daher die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in dem Maaſse eines jeden Landes, oder

$$c = -0,0067675\,g + \sqrt{(557,798\,g\,\frac{ah}{pl} + 0,0000458\,g^2)}.$$

Für g = 181, 176 erhält man im pariser Zollmaafse

$$c = -1{,}2261 + \sqrt{(101059{,}7\,\frac{ah}{pl} + 1{,}503356)},$$

und wenn g = 15⅝ gesetzt wird, so erhält man im rheinländischen oder preuſsischen Fuſsmaaſse

$$c = -0{,}1057 + \sqrt{(8715{,}6\,\frac{ah}{pl} + 0{,}01118)}.$$

§. 15.

Nach der zuletzt gefundenen Formel sind die Geschwindigkeiten [c] in der nachstehenden zweiten Tafel berechnet, auch zugleich die Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Geschwindigkeiten c — [c] und die Fehler in Bezug auf die beobachtete Geschwindigkeit, oder der Quotient $\frac{c - [c]}{c}$ beigefügt. Vergleicht man die hier zusammen gestellten Resultate mit einander, so ist es zu bewundern, daſs eine solche Menge von Versuchen, welche von so verschiedenen Beobachtern mit so verschiedenen Instrumenten und unter so mannichfaltigen Umständen angestellt sind, dennoch eine so unerwartet schöne Uebereinstimmung mit der aus der Theorie abgeleiteten allgemeinen Formel geben. Hätte man die am meisten abweichenden Versuche ausschlieſsen wollen, so wäre die Uebereinstimmung noch auffallender gewesen.

Zweite Tafel, über die Bewegung des Wassers in Flussbetten, zur Vergleichung der beobachteten Geschwindigkeiten mit den berechneten.

Sämmtliche Abmessungen in der Tafel beziehen sich auf rheinländisches Fussmaass.

Beobachter.	Nro.	$\frac{ah}{plc}$	c	[c]	c — [c]	$\frac{c - [c]}{c}$
Büat	1	0,000 06410	0,396	0,376	+ 0,020	0,051
—	2	08319	0,492	0,501	— 0,009	0,018
—	3	09405	0,626	0,619	+ 0,007	0,011
—	4	10162	0,672	0,673	— 0,001	0,001
—	5	09900	0,771	0,716	+ 0,055	0,071
—	6	12711	0,794	0,838	— 0,044	0,055
—	7	11018	0,829	0,793	+ 0,036	0,043
—	8	12049	0,837	0,836	+ 0,001	0,001
Woltmann	9	12854	0,895	0,900	— 0,005	0,006
—	10	14128	0,895	0,949	— 0,054	0,060
Büat	11	10583	0,987	0,855	+ 0,132	0,133
Woltmann	12	13848	1,014	1,008	+ 0,006	0,006
Büat	13	15017	1,044	0,988	+ 0,056	0,054
—	14	23201	1,050	1,355	— 0,305	0,290
—	15	10541	1,064	0,889	+ 0,175	0,164
—	16	12888	1,170	1,045	+ 0,125	0,100
—	17	12133	1,174	1,013	+ 0,161	0,137
—	18	14601	1,222	1,147	+ 0,075	0,061
—	19	16517	1,341	1,287	+ 0,054	0,040
—	20	12035	1,358	1,092	+ 0,266	0,196
Woltmann	21	15129	1,369	1,242	+ 0,127	0,092
Büat	22	11511	1,377	1,074	+ 0,303	0,222
—	23	25946	1,502	1,744	— 0,242	0,161
—	24	22761	1,577	1,666	— 0,089	0,056
—	25	17514	1,746	1,530	+ 0,216	0,124
—	26	25046	1,751	1,852	— 0,101	0,057
—	27	25924	1,929	1,985	— 0,056	0,029

Fortsetzung der zweiten Tafel.

Beobachter.	Nro.	$\frac{ah}{plc}$		c	[c]	c — [c]	$\frac{c - [c]}{c}$
Funk	28	0, 000	49878	2, 017	2, 857	— 0, 840	0, 416
Büat	29	—	27270	2, 030	2, 046	— 0, 016	0, 012
—	30	—	28697	2, 341	2, 316	+ 0, 025	0, 017
—	31	—	24735	2, 373	2, 158	+ 0, 215	0, 090
—	32	—	28600	2, 440	2, 360	+ 0, 080	0, 033
—	33	—	24428	2, 440	2, 176	+ 0, 264	0, 108
Brünings	34	—	33059	2, 4559	2, 556	— 0, 100	0, 047
Büat	35	—	28660	2, 460	2, 375	+ 0, 085	0, 035
Funk	36	—	39930	2, 460	2, 821	— 0, 361	0, 147
Büat	37	—	27976	2, 494	2, 363	+ 0, 131	0, 053
—	38	—	29549	2, 601	2, 485	+ 0, 116	0, 045
—	39	—	28989	2, 724	2, 520	+ 0, 204	0, 075
—	40	—	31718	2, 740	2, 648	+ 0, 092	0, 033
—	41	—	29220	2, 750	2, 543	+ 0, 207	0, 075
—	42	—	29162	2, 805	2, 567	+ 0, 238	0, 085
Brünings	43	—	36029	2, 9232	2, 942	— 0, 019	0, 007
—	44	—	45663	2, 9264	3, 308	— 0, 382	0, 136
—	45	—	41909	2, 9894	3, 201	— 0, 212	0, 071
Büat	46	—	26070	3, 028	2, 520	+ 0, 508	0, 167
Brünings	47	—	41392	3, 1064	3, 243	— 0, 137	0, 044
Funk	48	—	41667	3, 223	3, 301	— 0, 078	0, 024
—	49	—	66648	3, 300	4, 274	— 0, 974	0, 295
Brünings	50	—	40093	3, 3124	3, 298	+ 0, 024	0, 007
Funk	51	—	62510	3, 370	4, 180	— 0, 810	0, 240
Brünings	52	—	36216	3, 4802	3, 210	+ 0, 270	0, 078
—	53	—	51810	3, 5743	3, 913	— 0, 239	0, 067
—	54	—	46661	3, 8553	3, 855	0, 000	0, 000
—	55	—	38185	3, 8815	3, 490	+ 0, 391	0, 010
—	56	—	47258	3, 9043	3, 906	— 0, 002	0, 001
Funk	57	—	66709	3, 906	4, 661	— 0, 755	0, 193

Fortsetzung der zweiten Tafel.

Beobachter.	Nro.	$\frac{ah}{plc}$	c	[c]	c — [c]	$\frac{c - [c]}{c}$
Funk	58	0,000 57899	3,949	4,359	— 0,410	0,104
Brünings	59	49121	4,0597	4,065	— 0,005	0,001
—	60	34581	4,1210	3,335	+ 0,786	0,191
—	61	50111	4,1405	4,148	— 0,008	0,002
—	62	50294	4,1551	4,163	— 0,008	0,002
Funk	63	56762	4,262	4,487	— 0,225	0,052
—	64	54672	4,516	4,534	— 0,018	0,004
—	65	55170	4,622	4,609	+ 0,013	0,003
—	66	51622	4,676	4,430	+ 0,246	0,053
Brünings	67	56846	4,696	5,011	— 0,315	0,067
Funk	68	63220	4,750	4,718	+ 0,032	0,007
—	69	47828	4,786	4,362	+ 0,424	0,089
—	70	56497	4,800	4,757	+ 0,043	0,009
—	71	75121	4,809	5,506	— 0,697	0,145
—	72	60746	5,0196	5,050	— 0,030	0,006
—	73	57478	5,091	4,945	+ 0,146	0,028
—	74	65930	5,100	5,226	— 0,126	0,025
—	75	58963	5,125	5,027	+ 0,098	0,019
—	76	76529	5,183	5,775	— 0,592	0,114
—	77	57921	5,300	5,068	+ 0,232	0,044
—	78	61928	5,530	5,358	+ 0,172	0,031
—	79	66288	5,600	5,583	+ 0,017	0,003
—	80	68631	5,800	5,785	+ 0,015	0,002
—	81	70692	5,956	5,953	+ 0,003	0,000
—	82	78095	6,114	6,218	— 0,104	0,017
—	83	78346	6,352	6,481	— 0,129	0,020
—	84	79876	6,400	6,570	— 0,170	0,026
—	85	80095	6,485	6,623	— 0,138	0,021
—	86	76985	6,500	6,499	+ 0,001	0,000
—	87	78040	6,695	6,644	+ 0,051	0,008

Fort-

Fortsetzung der zweiten Tafel.

Beobachter.	Nro.	$\frac{ah}{plc}$	c	[c]	c — [c]	$\frac{c - [c]}{c}$
Funk	88	0, 000 81703	6, 752	6, 829	— 0, 077	0, 011
—	89	85555	7, 311	7, 278	+ 0, 033	0, 004
—	90	92949	7, 677	7, 781	— 0, 104	0, 013
—	91	89602	7, 698	7, 648	+ 0, 050	0, 007

§. 16.

In denjenigen Fällen, wo nicht die gröſste Genauigkeit erfordert wird, kann man, wie §. 12., $B = 0$ setzen; alsdann ist

$$\frac{ah}{pl} = B^{I} c^{2} \text{ oder } \frac{ah}{plc^{2}} = B'.$$

Berechnet man alsdann die aus jedem Versuche für $\frac{ah}{plc^{2}}$ erhaltenen Werthe und ordnet solche nach ihrer Gröſse, so entspricht der mittelste Werth dem 64sten Versuche. Man erhält daher

$$B' = 0,000\,121\,03089, \text{ also}$$

$$\frac{1}{B'} = 8262,3519$$

$$\sqrt{\frac{1}{B'}} = 90,8975.$$

Ferner ist $B' = \frac{\beta}{g}$, daher, weil sich hier alle Abmessungen auf rheinländisches Fuſsmaaſs beziehen, so ist $g = 15\frac{5}{8}$, also

$$\frac{1}{B} = 5,81744 \text{ und } \sqrt{\frac{1}{B}} = 2,41194.$$

Nun ist allgemein $c = \sqrt{\frac{ah}{B'pl}} = \sqrt{\frac{gah}{\beta pl}}$, daher findet man in dem Maaſse

eines jeden Landes die Geschwindigkeit

$$c = 2{,}412\sqrt{g}\sqrt{\frac{ah}{pl}}$$

und für rheinländisches oder preufsisches Fufsmaafs:

$$c = 90{,}8975\sqrt{\frac{ah}{pl}}, \text{ oder nahe genug}$$

$$c = 90{,}9\sqrt{\frac{ah}{pl}}.$$

Von den Summen einiger Reihen,

als Zusatz zu der Abhandlung über die Ableitung der Winkelfunktionen.

Von Herrn Tralles. *)

§. 1.

In der Abhandlung über Winkelfunktionen, welche sich im vorigen Bande der Schriften der Akademie befindet, kommen Reihen vor, welche dort zu verfolgen nicht angemessen schien. Obwohl sie an sich nicht unmerkwürdig sind, ist mir doch deren nähere Betrachtung nicht vorgekommen. Dort ist eine besondere Bezeichnungsart der Gröfsen, dem Zwecke der Abhandlung gemäfs, angewandt, welche hier zu gebrauchen nicht erforderlich, weswegen die gewöhnlichere angenommen ist, wodurch auch die Verständlichkeit dieses Aufsatzes von jener Abhandlung unabhängig wird.

Es ist nämlich:

$$\frac{\sin nx}{(\cos x)^n} = \left\{ \begin{array}{l} n \cdot \frac{\sin x}{\cos x} - \frac{n.n-1.n-2}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left(\frac{\sin x}{\cos x}\right)^3 \\ + \frac{n.n-1.n-2.n-3.n-4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \cdot \left(\frac{\sin x}{\cos x}\right)^5 - \ldots \end{array} \right.$$

Hierin $\frac{\sin x}{\cos x} = \operatorname{tang} x = \frac{3}{n}$ gesetzt, so wird, wie in gedachter Abhandlung,

*) Vorgelesen den 18. December 1815. und 27. Mai 1816.

$$\text{(A)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \frac{\sin nx}{(\cos x)^n} =$$

$$\left\{\begin{array}{l}
\left(\vartheta - \frac{1}{1.2.3}\vartheta^3 + \frac{1}{1.2.3.4.5}\vartheta^5 - \frac{1}{1.2.3.4.5.6.7}\vartheta^7 + \ldots\right) 1 \\
+\left(\frac{1+2}{1.2.3} - \frac{1+2+3+4}{1.2.3.4.5}\vartheta^2 + \frac{1+2+\ldots+6}{1.2\ldots7}\vartheta^4 - \frac{1+2+\ldots+8}{1.2\ldots9}\vartheta^6 + \ldots\right)\frac{\vartheta^3}{n} \\
-\left(\frac{1.2}{1.2.3} - \frac{1.2+1.3+1.4+2.3+2.4+3.4}{1.2.3.4.5}\vartheta^2 + \frac{1.2+\ldots+5.6}{1.2\ldots7}\vartheta^4 - \ldots\right)\frac{\vartheta^3}{n^2} \\
-\left(\frac{1.2.3+1.2.4+1.3.4+2.3.4}{1.2.3.4.5} - \frac{1.2.3+\ldots+4.5.6}{1.2\ldots7}\vartheta^2 + \frac{1.2.3+\ldots+6.7.8}{1.2\ldots9}\vartheta^4 - \ldots\right)\frac{\vartheta^5}{n^3} \\
+\left(\frac{1.2.3.4}{1.2.3.4.5} - \frac{1.2.3.4+\ldots+3.4.5.6}{1.2\ldots7}\vartheta^2 + \frac{1.2.3.4+\ldots+5.6.7.8}{1.2\ldots9}\vartheta^4 - \ldots\right)\frac{\vartheta^5}{n^4} \\
+\left(\frac{1.2.3.4.5+\ldots+2.3.4.5.6}{1.2.3.4.5.6.7} - \frac{1.2.3.4.5+\ldots+4.5.6.7.8}{1.2\ldots9}\vartheta^2 + \ldots\right)\frac{\vartheta^7}{n^5} \\
-\text{ etc.}
\end{array}\right.$$

und die Coefficienten der negativen Potenzen von n gehören zu den Reihen, deren Summe hier gesucht werden soll. Das Gesetz ihrer Fortschreitung mit abwechselnden Zeichen geht aus der Entstehungsweise völlig bestimmt hervor, und liegt hier auch in ihren Anfangsgliedern deutlich genug vor Augen. In der zweiten mit $\frac{\vartheta^3}{n}$ also mit n^{-1} multiplizirten Reihe sind die Coefficienten nach einander die Summen der natürlich sich folgenden Zahlen von 1 bis 2, von 1 bis 4, von 1 bis 6 u. s. w.; in der dritten Reihe mit n^{-2} behaftet, sind es die Summen aller Produkte jener Zahlen zu zweien. Diese kommen zu dreien, zu vieren etc. in den folgenden Reihen, die zu n^{-3}, n^{-4} etc. gehören, vor, jedesmal dividirt mit dem Produkte aller ganzen Zahlen von 1 bis zu der die höchste im Zähler zunächst folgenden ungraden Zahl. Ueberhaupt ist der numerische Coefficient eines einzelnen Gliedes, wenn die neben demselben befindliche Potenz von ϑ mit dem allgemeinen Faktor der Reihe multiplicirt $\frac{\vartheta^{2\mu+1}}{n^{\varepsilon}}$ ist, gleich dem Bruche, dessen

Zähler die Summe aller möglichen verschieden zusammengesetzten Produkte aus den ganzen Zahlen von 1 bis 2μ zu ε Faktoren, dessen Nenner $1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots (2\mu + 1)$, und dessen Vorzeichen $(-1)^{\mu+\varepsilon}$ bestimmt.

Da gesetzt worden ist $\frac{\vartheta}{n} = \operatorname{tang} x$,

so ist:

$$(\cos x)^{-n} = (1 + \operatorname{tang}^2 x)^{n:2} = \left(1 + \frac{\vartheta^2}{n^2}\right)^{n:2}$$

und

$$x = \frac{\vartheta}{n} - \tfrac{1}{3}\frac{\vartheta^3}{n^3} + \tfrac{1}{5}\frac{\vartheta^5}{n^5} - \ldots$$

Also ist:

$$\frac{\operatorname{Sin.} n x}{(\cos x)^n} = \sin\left(\vartheta - \tfrac{1}{3}\frac{\vartheta^3}{n^2} + \tfrac{1}{5}\frac{\vartheta^5}{n^4} - \ldots\right) \times \left(1 + \frac{\vartheta^2}{n^2}\right)^{n:2}$$

und setzt man noch

$$\left(1 + \frac{\vartheta^2}{n^2}\right)^{n:2} = N,$$

$$\vartheta\left(\tfrac{1}{3}\frac{\vartheta^2}{n^2} - \tfrac{1}{5}\frac{\vartheta^4}{n^4} + \tfrac{1}{7}\frac{\vartheta^6}{n^6} - \ldots\right) = \vartheta M,$$

so wird

$$\frac{\sin n x}{(\cos x)^n} = \left(\sin\vartheta - \cos\vartheta . \vartheta M - \sin\vartheta . \frac{\vartheta^2 M^2}{1 . 2} + \cos\vartheta . \frac{\vartheta^3 M^3}{1 . 2 . 3} + \ldots\right) N.$$

Entwickelt man noch die Potenzen von M nach negativ steigenden Potenzen von n, indem man sie allgemein durch

$$M^\mu = M^\mu_{2\mu} . n^{-2\mu} + M^\mu_{2\mu+2} . n^{-2\mu-2} + M^\mu_{2\mu+4} . n^{-2\mu-4} + \ldots$$

und so auch die Entwickelung von N durch

$$N = 1 + N_1 n^{-2} + N_2 . n^{-4} + N_3 . n^{-6} + \ldots$$

bezeichnet, so wird

$$\frac{\sin nx}{(\cos x)^n} =$$

$$\left\{\begin{array}{l} \sin\vartheta - \vartheta.\cos\vartheta\,(M_2^1 n^{-2} + M_4^1 n^{-4} + M_6^1 n^{-6} + \ldots) \\ \quad - \dfrac{\vartheta^2 \sin\vartheta}{1 \,.\, 2}(M_4^2 n^{-4} + M_6^2 n^{-6} + M_8^2 n^{-8} + \ldots) \\ \quad + \dfrac{\vartheta^3.\cos\vartheta}{1 \,.\, 2 \,.\, 3}(M_6^3 n^{-6} + M_8^3 n^{-8} + M_{10}^3 n^{-10} + \ldots) \\ \quad + \dfrac{\vartheta^4 \sin\vartheta}{1.2.3.4}(M_8^4 n^{-8} + M_{10}^4 n^{-10} + M_{12}^4 n^{-12} + \ldots) \\ \quad - \text{u. s. w.} \end{array}\right\}$$

$$\times\,(1 + N_1 n^{-1} + N_2 n^{-2} + N_3 n^{-3} + \ldots).$$

Wird die Multiplication ausgeführt und das Produkt nach steigenden negativen Potenzen von n geordnet, so wird also:

$$\frac{\sin nx}{(\cos x)} =$$

$$\begin{array}{l} \quad \sin\vartheta \\ + \sin\vartheta.N_1.n^{-1} \\ + (\sin\vartheta.N_2 - \cos\vartheta.M_2^1\vartheta)n^{-2} \\ + (\sin\vartheta.N_3 - \cos\vartheta.N_1 M_2^1\vartheta)n^{-3} \\ + \left(\sin\vartheta.N_4 - \cos\vartheta.N_2 M_2^1\vartheta - \cos\vartheta.M_4^1\vartheta - \sin\vartheta\,\dfrac{M_4^2\vartheta^2}{1\,.\,2}\right) n^{-4} \\ + \left(\sin\vartheta.N_5 - \cos\vartheta.N_3 M_2^1\vartheta \cos\vartheta.N_1 M_4^1\vartheta - \sin\vartheta.N_1\,\dfrac{M_4^2\vartheta^2}{1\,.\,2}\right) n^{-5} \\ + \left\{\begin{array}{l} \sin\vartheta.N_6 - \cos\vartheta.N_4 M_2^1\vartheta - \cos\vartheta.N_2 M_4^1\vartheta - \sin\vartheta.N_2\,\dfrac{M_4^2\vartheta^2}{1\,.\,2} \\ \qquad - \cos\vartheta M_6^1\vartheta - \sin\vartheta.\dfrac{M_6^2\vartheta^2}{1\,.\,2} + \cos\vartheta\,\dfrac{M_6^3\vartheta^3}{1.2.3} \end{array}\right\} n^{-6} \\ + \left\{\begin{array}{l} \sin\vartheta.N_7 - \cos\vartheta.N_5 M_2^1\vartheta - \cos\vartheta.N_3 M_4^1\vartheta - \sin\vartheta.N_3\,\dfrac{M_4^2\vartheta^2}{1\,.\,2} \\ \quad - \cos\vartheta N_1 M_6^1\vartheta - \sin\vartheta N_1\,\dfrac{M_6^2\vartheta^2}{1\,.\,2} + \cos\vartheta N_1\,\dfrac{M_6^3\vartheta^3}{1.2.3} \end{array}\right\} n^{-7} \\ + \text{u. s. w.} \end{array}$$

Da dieser Ausdruck für $\frac{\sin nx}{(\cos x)^n}$ mit dem obigen identisch, so sind die

endlichen Coefficienten der negativen Potenzen von n in diesem gleich denen in jenen, d. i. den Summen der unendlichen Reihen, in welchen sie dort entwickelt erscheinen.

Um diese Summen wirklich auszudrücken, ist also nur noch erforderlich, die Werthe der N_λ und $M^\mu_{2(\mu+\nu)}$, d. i. die Coefficienten der Entwickelung von N und von M^μ auszudrücken, und die gehörigen in der letzten Gleichung zu substituiren.

Es sind aber die Coefficienten der μ^{ten} Potenz von M folgende, in welchen μ_2, μ_3 etc. statt $\frac{\mu.\mu-1}{1.2}$, $\frac{\mu.\mu-1.\mu-2}{1.2.3}$ etc. gesetzt ist.

$$M^\mu_{2\mu} = \frac{\vartheta^{2\mu}}{3^\mu}$$

$$M^\mu_{2\mu+2} = -\mu \cdot \frac{\vartheta^{2\mu+2}}{3^{\mu-1}\cdot 5}$$

$$M^\mu_{2\mu+4} = \left(\frac{\mu}{3^{\mu-1}\cdot 7} + \frac{\mu_2}{3^{\mu-2}\cdot 5^2}\right)\vartheta^{2\mu+4}$$

$$M^\mu_{2\mu+6} = -\left(\frac{\mu}{3^{\mu-1}\cdot 9} + \frac{\mu_2\cdot 2}{3^{\mu-2}\cdot 5\cdot 7} + \frac{\mu_3}{3^{\mu-3}\cdot 5^3}\right)\vartheta^{2\mu+6}$$

$$M^\mu_{2\mu+8} = \left\{\begin{array}{c}\frac{\mu}{3^{\mu-1}\cdot 11} + \frac{\mu_2\cdot 2}{3^{\mu-2}\cdot 5\cdot 9} + \frac{\mu_2}{3^{\mu-2}\cdot 7^2} + \frac{\mu_3\cdot 3}{3^{\mu-3}\cdot 5^2\cdot 7} \\ + \frac{\mu_4}{3^{\mu-4}\cdot 5^4}\end{array}\right\}\vartheta^{2\mu+8}$$

$$M^\mu_{2\mu+10} = -\left\{\begin{array}{c}\frac{\mu}{3^{\mu-1}\cdot 13} + \frac{\mu_2\cdot 2}{3^{\mu-2}\cdot 5\cdot 11} + \frac{\mu_2\cdot 2}{3^{\mu-2}\cdot 7\cdot 9} + \frac{\mu_3\cdot 3}{3^{\mu-3}\cdot 5^2\cdot 9} \\ + \frac{\mu_3\cdot 3}{3^{\mu-3}\cdot 5\cdot 7^2} + \frac{\mu_4\cdot 4}{3^{\mu-4}\cdot 5^3\cdot 7} + \frac{\mu_5}{3^{\mu-5}\cdot 5^5}\end{array}\right\}\vartheta^{2\mu+10}$$

u. s. w.

Für die Entwickelung von N sind die Coefficienten

$$N_1 = \frac{\vartheta^2}{2}$$

$$N_2 = \frac{\vartheta^4}{1.2.2^2}$$

$$N_3 = \frac{\vartheta^6}{1.2.3.2^3} - \frac{1.\vartheta^4}{1.2.2}$$

$$N_4 = \frac{\vartheta^8}{1.2.3.4.2^4} - \frac{(1+2)\vartheta^6}{1.2.3.2^3}$$

$$N_5 = \frac{\vartheta^{10}}{1.2.3.4.5.2^5} - \frac{(1+2+3)\vartheta^8}{1.2.3.4.2^3} + \frac{1.2.\vartheta^6}{1.2.3.2}$$

$$N_6 = \frac{\vartheta^{12}}{1.2\ldots6.2^6} - \frac{(1+2+3+4)\vartheta^{10}}{1.2.3.4.5.2^4} + \frac{(1.2+1.3+2.3)\vartheta^8}{1.2.3.4.2^2}$$

u. s. w.

Legt man also in den zunächst vorigen Gleichungen der Gröſse μ noch die bestimmten Zahlenwerthe 1, 2, 3 etc. bei, und nimmt die so erhaltenen bestimmten Werthe von $M^1_2 = \frac{\vartheta^2}{3}$, $M^1_4 = -\frac{\vartheta^4}{5}$, $M^1_6 = \frac{\vartheta^6}{7}$ . . . .; $M^2_4 = \frac{\vartheta^4}{3^2}$, $M^2_6 = -\frac{2\vartheta^6}{3.5}$ . . .; $M^3_6 = \frac{\vartheta^6}{3^3}$, $M^3_8 = -\frac{5\vartheta^8}{3^2.5}$ . . .; u. s. w., sammt den für N_1, N_2, N_3 . . . angegebenen, so wird

$$\frac{\sin nx}{(\cos x)^n} =$$

$$\left\{\begin{array}{l}
\sin\vartheta \\
+ \sin\vartheta . \frac{\vartheta^2}{2} . n^{-1} \\
+ \left[\sin\vartheta . \frac{\vartheta^4}{1.2.2^2} - \cos\vartheta . \frac{\vartheta^3}{3}\right] n^{-2} \\
+ \left[\sin\vartheta\left(\frac{\vartheta^6}{1.2.3.2^3} - \frac{\vartheta^4}{1.2.2}\right) - \cos\vartheta . \frac{\vartheta^5}{2.3}\right] n^{-3} \\
+ \left\{\begin{array}{l} \sin\vartheta\left(\frac{\vartheta^8}{1.2.3.4.2^4} - \frac{(1+2)\vartheta^6}{1.2.3.2^3} - \frac{\vartheta^6}{1.2.3^2}\right) \\ \quad - \cos\vartheta\left(\frac{\vartheta^7}{1.2.2^2.3} - \frac{\vartheta^5}{5}\right)\end{array}\right\} n^{-4} \\
+ \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.
\end{array}\right.$$

Die

Die Coefficienten von n^{-1}, n^{-2}, n^{-3} etc. ergeben also als Endresultat die Summen der Reihen in der Gleichung (A), welche zu suchen waren.

§. 2.

Aehnlich der Reihe für $\frac{\sin nx}{(\cos x)^n}$ kann man

$$\frac{\cos nx}{(\cos x)^n} = 1 - \frac{n.n-1}{1.2}\left(\frac{\sin x}{\cos x}\right)^2 + \frac{n.n-1.n-2.n-3}{1.2.3.4}\left(\frac{\sin x}{\cos x}\right)^4 - \ldots$$

behandeln. Indem man auch hierin $\frac{\sin x}{\cos x} = \operatorname{tang} x = \frac{\vartheta}{n}$ setzt, hat man:

$$(B) \quad \ldots \quad \frac{\cos nx}{(\cos x)^n} =$$

$$1 - \frac{1}{1.2}\vartheta^2 + \frac{1}{1.2.3.4}\vartheta^4 - \frac{1}{1.2.3.4.5.6}\vartheta^6 + \ldots$$

$$+ \left(\frac{1}{1.2} - \frac{1+2+3}{1.2.3.4}\vartheta^2 + \frac{1+2+3+4+5}{1.2.3.4.5.6}\vartheta^4 - \frac{1+2+\ldots+7}{1.2\ldots9}\vartheta^6 + \ldots\right)\frac{\vartheta^2}{n}$$

$$+ \left(\frac{1.2+1.3+2.3}{1.2.3.4} - \frac{1.2+1.3+\ldots+4.5}{1.2\ldots6}\vartheta^2 + \frac{1.2+\ldots+6.7}{1.2\ldots8}\vartheta^4 - \ldots\right)\frac{\vartheta^4}{n^2}$$

$$- \left(\frac{1.2.3}{1.2.3.4} - \frac{1.2.3+\ldots+3.4.5}{1.2\ldots6}\vartheta^2 + \frac{1.2.3+\ldots+5.6.7}{1.2\ldots8}\vartheta^4 - \ldots\right)\frac{\vartheta^4}{n^3}$$

$$- \text{ etc.,}$$

wo also die Coefficienten von n^{-1}, n^{-2}, n^{-3} etc. Reihen derselben Natur sind, als die schon behandelten, und es ist hier

$$\frac{\cos nx}{(\cos x)^n} = \cos\left(\vartheta - \tfrac{1}{3}\frac{\vartheta^3}{n^2} + \tfrac{1}{5}\frac{\vartheta^5}{n^4} - \ldots\right) \times \left(1 + \frac{\vartheta^2}{n^2}\right)^{n:2}$$

oder nach der schon oben angenommenen Bedeutung von M und N,

$$\frac{\cos nx}{(\cos x)^n} = N.\cos(\vartheta - \vartheta M)$$

Mithin in

$$\frac{\cos nx}{(\cos x)^n} = N\left(\cos\vartheta + \sin\vartheta.\frac{\vartheta M}{1} - \cos\vartheta.\frac{\vartheta^2 M^2}{1.2} - \sin\vartheta.\frac{\vartheta^3 M^3}{1.2.3} + \ldots\right)$$

die Entwickelungen von N und der Potenzen von M nach negativ steigenden Potenzen von n gesetzt,

$$\frac{\cos nx}{(\cos x)^n} = \ldots\ldots$$

$$\left\{\begin{array}{l}
\cos\vartheta \\
+\cos\vartheta\,.\,N_1\ n^{-1} \\
+(\cos\vartheta\,.\,N_2+\sin\vartheta\,.\,M_2^1\vartheta)\ n^{-2} \\
+(\cos\vartheta\,.\,N_3+\sin\vartheta\,.\,N_1\,.\,M_2^1\vartheta)\ n^{-3} \\
+\left\{\cos\vartheta\left(N_4-M_4^2\dfrac{\vartheta^2}{1\,.\,2}\right)+\sin\vartheta\,(N_2M_2^1\vartheta+M_4^1\vartheta)\right\}n^{-4} \\
+\left\{\cos\vartheta\left(N_5-N_1M_4^2\dfrac{\vartheta^2}{1\,.\,2}\right)+\sin\vartheta\,(N_3M_2^1\vartheta+N_1M_4^1\vartheta)\right\}n^{-5} \\
+\left\{\begin{array}{l}\cos\vartheta\left(N_6-N_2M_4^2\dfrac{\vartheta^2}{1\,.\,2}-M_6^2\dfrac{\vartheta^2}{1\,.\,2}\right)\ldots \\ \quad+\sin\vartheta\left(N_4M_2^1\vartheta+N_2M_4^1\vartheta+M_6^1\vartheta-M_6^3\dfrac{\vartheta^3}{1\,.\,2\,.\,3}\right)\end{array}\right\}n^{-6} \\
+\left\{\begin{array}{l}\cos\vartheta\left(N_7-N_3M_4^2\dfrac{\vartheta^2}{1\,.\,2}-N_1M_6^2\dfrac{\vartheta^2}{1\,.\,2}\right) \\ \quad+\sin\vartheta\left(N_5M_2^1\vartheta+N_3M_4^1\vartheta+N_1M_6^1\vartheta-N_1M_6^3\dfrac{\vartheta^3}{1\,.\,2\,.\,3}\right)\end{array}\right\}n^{-7} \\
+\text{etc.}
\end{array}\right.$$

Setzt man die absoluten Werthe der Coefficienten $N_1, N_2 \ldots M_2^1, M_4^1$ etc. in der letzten Gleichung, so hat man

$$\frac{\cos nx}{(\cos x)^n} = \ldots\ldots$$

$$\left\{\begin{array}{l}
\cos\vartheta \\
+\cos\vartheta\,.\,\dfrac{\vartheta^2}{2}\,.\,n^{-1} \\
+\left\{\cos\vartheta\,.\,\dfrac{\vartheta^4}{1\,.\,2\,.\,2^2}+\sin\vartheta\dfrac{\vartheta^3}{3}\right\}n^{-2} \\
+\left\{\cos\vartheta\left(\dfrac{\vartheta^6}{1\,.\,2\,.\,3\,.\,2^3}-\dfrac{\vartheta^4}{1\,.\,2\,.\,2}\right)+\sin\vartheta\dfrac{\vartheta^5}{2\,.\,3}\right\}n^{-3} \\
+\left\{\cos\vartheta\left(\dfrac{\vartheta^8}{1.2.3.4.2^4}-\dfrac{(1+2)\vartheta^6}{1\,.\,2\,.\,3\,.\,2^3}-\dfrac{\vartheta^6}{1.2.3^2}\right)+\sin\vartheta\left(\dfrac{\vartheta^7}{1.2.2^2.3}-\dfrac{\vartheta^5}{5}\right)\right\}n^{-4} \\
+\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array}\right.$$

Die Coefficienten der negativen Potenzen von n sind also die Summen der unendlichen Reihen, welche gleichen Potenzen von n im ersten Ausdrucke (B) von $\dfrac{\cos nx}{(\cos x)^n}$ zugehören.

§. 3.

Man setze in der binomischen Potenzentwickelung

$$(1+u)^n = 1 + nu + \frac{n.n-1}{1.2}u^2 + \frac{n.n-1.n-2}{1.2.3}u^3 + \ldots$$

$$v = nu \quad \text{also} \quad u = \frac{v}{n}$$

so folgt, wenn man die Entwickelung nach negativen Potenzen von n ordnet,

$$\text{(A)} \quad \ldots \quad (1+u)^n = \left(1+\frac{v}{n}\right)^n =$$

$$1 + v + \frac{1}{1.2}v^2 + \frac{1}{1.2.3}v^3 + \frac{1}{1.2.3.4}v^4 + \ldots$$

$$-\left(\frac{1}{1.2} + \frac{1+2}{1.2.3}v + \frac{1+2+3}{1.2.3.4}v^2 + \frac{1+\ldots+4}{1\ldots5}v^3 + \ldots\right)v^2.n^{-1}$$

$$+\left(\frac{1.2}{1.2.3} + \frac{1.2+1.3+2.3}{1.2.3.4}v + \frac{1.2+\ldots+3.4}{1.2.3.4.5}v^2 + \frac{1.2+\ldots+4.5}{1.2\ldots6}v^3 + \ldots\right)v^3.n^{-2}$$

$$-\left(\frac{1.2.3}{1.2.3.4} + \frac{1.2.3+\ldots+2.3.4}{1\ldots5}v + \frac{1.2.3+\ldots+3.4.5}{1\ldots6}v^2 + \ldots\right)v^4.n^{-3}$$

$$+ \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

Es ist aber

$$(1+u)^n = e^{n\log(1+u)} = e^{nu - n\frac{u^2}{2} + n\frac{u^3}{3} - \ldots}$$

also

$$\left(1+\frac{v}{n}\right)^n = e^v . e^{-\frac{v^2}{2}n^{-1}} . e^{\frac{v^3}{3}n^{-2}} . e^{-\frac{v^4}{4}n^{-3}} \ldots\ldots\ldots$$

mithin (B) . . . .

$$\left(1+\frac{v}{n}\right)^n = e^v\left(1 - \frac{v^2}{2}n^{-1} + \frac{v^4}{2^2}\frac{n^{-2}}{1.2} - \frac{v^6}{2^3}\frac{n^{-3}}{1.2.3} + \ldots\right)$$

$$\times\left(1 + \frac{v^3}{3}n^{-2} + \frac{v^6}{3^2}\frac{n^{-4}}{1.2} + \frac{v^9}{3^3}\frac{n^{-6}}{1.2.3} + \ldots\right)$$

$$\times\left(1 - \frac{v^4}{4}n^{-3} + \frac{v^8}{4^2}\frac{n^{-6}}{1.2} - \frac{v^{12}}{4^3}\frac{n^{-9}}{1.2.3} + \ldots\right)$$

$$\times\left(1 + \frac{v^5}{5}n^{-4} + \frac{v^{10}}{5^2}\frac{n^{-8}}{1.2} + \frac{v^{15}}{5^3}\frac{n^{-12}}{1.2.3} + \ldots\right)$$

$$\times \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

Man führe die Multiplikation wirklich aus, und ordne das Produkt nach negativ steigenden Potenzen von n. Damit die Zusammensetzung des Resultats übersehen werden könne, hat man nur zu bemerken, dafs die einzelnen Glieder, nämlich Partialprodukte, des Produkts der Reihen nicht zwei oder mehrere Glieder derselbigen Reihe als Faktoren enthalten können. Bezeichnet man also mit (ϱ, μ) den Coefficienten des μ^{ten} Gliedes der ϱ^{ten} Reihe, indem man das Glied 1 ohne n nicht mitzählt, so ist dieser Coefficient

$$(\varrho, \mu) = (-1)^{\varrho\mu} \frac{v^{(\varrho+1)\mu}}{(\varrho+1)^{\mu} \,.\, 1.2 \ldots \mu}$$

und gehört zu $n^{-\varrho\mu}$.

Bezeichnet man demnach auch vom Anfange an die Coefficienten bei den Potenzen von n mit (1, 1), (1, 2), (1, 3) etc. in der ersten, mit (2, 1), (2, 2), (2, 3) etc. in der zweiten, mit (3, 1), (3, 2) etc. in der dritten Reihe u. s. w., so wird:

$$\text{(C)} \quad \ldots \left(1+\frac{v}{n}\right)^{n} = \ldots\ldots\ldots$$

$$\left\{\begin{array}{l}
e^{v} \\
+ [1,1]\, e^{v}.n^{-1} \\
+ [(1,2)+(2,1)]\, e^{v}.n^{-2} \\
+ [(1,3)+(3,1)+(1,1)(2,1)]\, e^{v}.n^{-3} \\
+ [(1,4)+(2,2)+(4,1)+(1,2)(2,1)+(1,1)(3,1)]\, e^{v}.n^{-4} \\
+ [(1,5)+(5,1)+(1,1)(4,1)+(1,3)(2,1)+(2,1)(3,1)]\, e^{v}.n^{-5} \\
+ \left\{\begin{array}{l}
(1,6)+(2,3)+(1,1)(5,1)+(1,2)(4,1)+(1,2)(2,2) \\
+(6,1)+(3,2) \qquad +(2,1)(1,4) \\
\qquad +(1,3)(3,1)+(1,1)(2,1)(3,1)
\end{array}\right\} e^{v}.n^{-6} \\
+ \left\{\begin{array}{l}
(1,7)+(1,1)(6,1)+(1,2)(5,1)+(1,3)(4,1) \\
+(7,1) \qquad +(2,1)(1,5)+(3,1)(1,4) \\
\qquad +(2,1)(5,1)+(3,1)(4,1) \\
+(1,1)(3,2)+(1,3)(2,2)+(1,2)(2,1)(3,1)+(1,1)(3,1)(4,1) \\
+(1,1)(2,3)+(3,1)(2,2)
\end{array}\right\} e^{v}.n^{-7} \\
+ \ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array}\right.$$

Das Gesetz ist leicht zu übersehen. Es enthält nämlich der Coefficient von n^{-7} z. B. alle diejenigen Gröfsen der Form (ϱ, μ), in welchen $\varrho\mu = 7$; die Gröfsen von der Form $(\varrho, \mu)\ (\varrho_1, \mu_1)$, in welchen $\varrho\mu + \varrho_1\mu_1 = 7$;

diejenigen der Form (ϱ, μ) $(\varrho_{,}, \mu_{,})$ $(\varrho_{,,}, \mu_{,,})$, in welchen $\varrho\mu + \varrho_{,}\mu_{,} + \varrho_{,,}\mu_{,,} = 7$, wo aber ϱ, $\varrho_{,}$, $\varrho_{,,}$ verschiedene Zahlen seyn müssen in den einzelnen Verbindungen zu drei Faktoren, so wie ϱ, $\varrho_{,}$, in denen zweier Faktoren verschieden seyn müssen.

§. 4.

Um zu der Entwickelung von $\left(1 + \frac{v}{n}\right)^n$ nach fallenden Potenzen von n auf eine andere Weise zu gelangen, setze man $\frac{1}{n} = y$ und

$$(1 + yv)^{1:y} = e^v + Ay + B\frac{y^2}{1.2} + C\frac{y^3}{1.2.3} + \ldots,$$

so sind A, B, C ... die nach einander folgenden Differentiale von $(1 + yv)^{1:y}$, wenn y als veränderlich betrachtet wird und man in den erhaltenen Differentialen $dy = 1$ und $y = 0$ setzt. Vom ersten Gliede e^v ist hier schon als bekannt angenommen, daſs die zu entwickelnde Funktion für $y = 0$ in dasselbe übergehe.

Nun ist

$$d(1 + yv)^{1:y} = (1 + yv)^{1:y} \cdot \left((1 + yv)\, d\frac{1}{y} + \frac{1}{y}\frac{d(1 + yv)}{1 + yv}\right)$$

dieses wird für $dy = 1$ gleich

$$(1 + yv)^{1:y}\left(\frac{1}{y}\,\frac{v}{1 + yv} - \frac{1}{y^2}\log(1 + yv)\right)$$

welches aber, wenn man $y = 0$ setzt, zu keinem Resultate führt, da die beiden Theile des zweiten Faktors unendlich werden. Man ist daher genöthiget, diesen Faktor zu entwickeln. Es wird derselbe

$$\left.\begin{array}{l} \frac{v}{y}(1 - vy + v^2y^2 - \ldots) \\ -\frac{1}{y^2}\left(vy - \frac{v^2y^2}{2} + \frac{v^3y^3}{3} - \ldots\right) \end{array}\right\} = -\frac{v^2}{2} + \frac{2}{3}v^3y - \frac{3}{4}v^4y^2 + \ldots$$

also gleich $-\frac{v^2}{2}$ für $y = 0$, und da der erste Faktor e^v wird, so ist

$$A = -\frac{v^2}{2}e^v$$

Man setze, der Bequemlichkeit halber, den zweiten allgemeinen zuletzt gefundenen Faktor

$$-\frac{v^2}{2}+\frac{2v^3}{3}y-\frac{3v^4}{4}y^2+\ldots=u$$

$$\text{und}\quad (1+yv)^{1:y}=z,$$

so ist in der ersten Differentiation nach y gefunden

$$dz=zu$$

daher, stets für $dy=1$,

$$d^2z=d(zu)=z(u^2+du)$$
$$d^3z=z(u^3+3udu+ddu)$$
$$d^4z=z(u^4+6u^2du+4ud^2u+3(du)^2+d^3u)$$

u. s. w.

für $y=0$ gehen diese Gleichungen über in

$$B=e^v\left(\frac{v^4}{2^2}+\frac{2v^3}{3}\right)$$

$$C=e^v\left(-\frac{v^6}{2^3}-\frac{3.2v^5}{2.3}-\frac{6v^4}{4}\right)$$

$$D=e^v\left(\frac{v^8}{2^4}+\frac{6.2v^7}{2^2.3}+\frac{4.6v^6}{2.4}+\frac{3.2^2v^6}{3.3}+\frac{1.2.4v^5}{5}\right)$$

u. s. w.

Aber auf diese Weise geht die Uebersicht des Fortschreitens der Coefficienten verloren, und wäre besonders nachzusuchen, wobei ich aber hier nicht verweilen will, da es aus der vorigen Behandlung erhellt.

§. 5.

Bezeichnet man die Summe aller einzelner ganzer Zahlen von 1 bis λ, mit $\overset{1}{\lambda}$, und mit $\overset{2}{\lambda}$, $\overset{3}{\lambda}$ etc., die Summe aus den Produkten derselben zu zweien, dreien etc., so dafs keines der Produkte ganz aus denselben Faktoren besteht als ein anderes; so ist (A') . . .

$$\left(1-\frac{v}{n}\right) = 1 - v + \frac{1}{1.2}v^2 - \frac{1}{1.2.3}v^3 + \frac{1}{1..4}v^4 - \dots$$

$$-\left(\frac{\overset{1}{1}}{1.2} - \frac{\overset{1}{2}}{1.2.3}v + \frac{\overset{1}{3}}{1..4}v^2 + \frac{\overset{1}{4}}{1..5}v^3 + \dots\right)v^2.n^{-1}$$

$$-\left(\frac{\overset{2}{2}}{1.2.3} - \frac{\overset{2}{3}}{1..4}v + \frac{\overset{2}{4}}{1..5}v^2 - \frac{\overset{2}{5}}{1..6}v^3 + \dots\right)v^3.n^{-2}$$

$$-\left(\frac{\overset{3}{3}}{1..4} - \frac{\overset{3}{4}}{1..5}v + \frac{\overset{3}{5}}{1..6}v^2 + \frac{\overset{3}{6}}{1..7}v^3 + \dots\right)v^4.n^{-3}$$

$$- \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.$$

wie aus der obigen Formel (A) für $\left(1+\frac{v}{n}\right)^n$ hervorgeht, indem man in derselben nur v negativ zu nehmen hat, um diese zu erhalten. Das $\left(1-\frac{v}{n}\right)^n$ im Produkte unendlicher Reihen ausgedrückt, erhält man also aus (B) ebenfalls, indem man in derselben v negativ setzte. Bezeichnet man dann auch den μ^{ten} Coefficienten der ϱ^{ten} Reihe, d. i. den Coefficienten von $n^{-\varrho\mu}$ in derselbigen wie oben mit (ϱ, μ), so ist

$$(\varrho, \mu) = (-1)^\mu \frac{v(\varrho+1)\mu}{(\varrho+1)^\mu . 1.2\dots\mu},$$

und man hat nur die Werthe von (ϱ, μ) in bestimmten Zahlen für ϱ und μ nach dieser Gleichung in die oben mit (C) bezeichnete zu setzen, und e^{-v} statt e^v, so hat man den Werth von $\left(1-\frac{v}{n}\right)^n$ in einer Reihe nach fallenden Potenzen von n mit endlichen Coefficienten, welche also die Summen derjenigen Reihen sind, welche im Ausdruck (A') für $\left(1-\frac{v}{n}\right)^n$ bei denselben Potenzen von n als Coefficient befindlich sind.

Setzt man, um das Verschiedene der Formeln für $\left(1+\frac{v}{n}\right)^n$ und $\left(1-\frac{v}{n}\right)^n$ ausdrücken zu können,

$$[\varrho, \mu] = \frac{v(\varrho+1)\mu}{(\varrho+1)^\mu . 1.2\dots\mu},$$

so ist diese Gröſse für beide Fälle anwendbar, und nur das Zeichen zu berücksichtigen. In der Formel C also

$$(\varrho, \mu) = (-1)^{\varrho\mu}\,[\varrho, \mu] \text{ gesetzt, giebt } \left(1 + \frac{v}{n}\right)^n;$$

$$\text{und } (\varrho, \mu) = (-1)^{\mu}\,[\varrho, \mu] \text{ gesetzt, giebt } \left(1 - \frac{v}{n}\right)^n$$

wenn zugleich e^{-v} statt e^{v} gesetzt wird, wo diese Gröſse erscheint.

Daher ist:

$$(CC) \ldots\ldots \left(1 \pm \frac{v}{n}\right)^n = \ldots\ldots$$

$$\left\{\begin{array}{l}
e^{\pm v} \\
-\,[1,1]\,e^{\pm v}.\,n^{-1} \\
+\,([1,2] \pm [2.1])\,e^{\pm v}.\,n^{-2} \\
-\,([1,3] + [3,1] \pm [1,1]\,[2,1])\,e^{\pm v}.\,n^{-3} \\
+\left(\begin{array}{l}[1,4] + [2,2] \pm [1,2]\,[2,1] + [1,1]\,[3,1] \\ \pm\,[4,1]\end{array}\right) e^{\pm v}.\,n^{-4} \\
-\left(\begin{array}{ll}[1,5] \pm [1,1]\,[4,1] & \pm\,[1,3]\,[2,1] \\ +\,[5,1] & \pm\,[3,1]\,[2,1]\end{array}\right) e^{\pm v}.\,n^{-5} \\
+\left\{\begin{array}{l}[1,6] \pm [2,3] + [1,1]\,[5,1] \pm [1,2]\,[4,1] \\ \pm\,[6,1] + [3,2] \qquad \pm\,[2,1]\,[1,4] \\ \quad +\,[1,2]\,[2,2] + [1,3]\,[3,1] \pm [1,1]\,[2,1]\,[3,1]\end{array}\right\} e^{\pm v}.\,n^{-6} \\
-\ \text{etc.}
\end{array}\right.$$

und man hat also durch Vergleichung mit den Reihen

$$\text{(A)}\quad [1,1]\,e^{\pm v} = \frac{v^2}{2}\,e^{\pm v} = \frac{1}{1.2}\,v^2 \pm \frac{\overset{1}{\dot{2}}}{1.2.3}\,v^3 + \frac{\overset{1}{\dot{3}}}{1..4}\,v^4 \pm \ldots$$

$$\text{(B)}\left\{\begin{array}{l}
([1,2] \pm [2,1])\,e^{\pm v} = \left(\dfrac{v^4}{2^2.1.2} \pm \dfrac{v^3}{3.1}\right) e^{\pm v} = \\
\pm\,\dfrac{\overset{2}{\dot{2}}}{1.2.3}\,v^3 + \dfrac{\overset{2}{\dot{3}}}{1..4}\,v^4 \pm \dfrac{\overset{2}{\dot{4}}}{1..5}\,v^5 + \dfrac{\overset{2}{\dot{5}}}{1..6}\,v^6 \pm \ldots
\end{array}\right.$$

(C)

$$(C)\begin{cases} ([1,3] + [3,1] \pm [1,1]\,[2,1])\, e^{\pm v} = \\ \left(\frac{v^6}{2^3.1.2.3} + \frac{v^4}{4.1} \pm \frac{v^5}{2.3.1.1}\right) e^{\pm v} = \\ \frac{\overset{3}{3}}{1..4}\, v^4 \pm \frac{\overset{3}{4}}{1..5}\, v^5 + \frac{\overset{3}{5}}{1..6}\, v^5 \pm \frac{\overset{3}{6}}{1..7}\, v^7 + \ldots \end{cases}$$

$$(D)\begin{cases} ([1,4] \pm [4,1] + [2,2] \pm [1,2]\,[2,1] + [1,1]\,[3,1])\, e^{\pm v} = \\ \left(\frac{v^8}{2^4.1..4} \pm \frac{5^3}{5.1} + \frac{v^6}{3^2.1.2} \pm \frac{v^7}{2^2.3.2} + \frac{v^5}{2.4}\right) e^{\pm v} = \\ \pm \frac{\overset{4}{4}}{1..5}\, v^5 + \frac{\overset{4}{5}}{1..6}\, v^5 \pm \frac{\overset{4}{6}}{1..7}\, v^7 + \frac{\overset{4}{7}}{1..8}\, x^8 \pm \ldots \end{cases}$$

u. s. w.

Eine jede dieser Doppelgleichungen giebt zwei andere, nachdem man die einzelnen, aus welchen sie bestehen, addirt, oder von einander subtrahirt.

Aus der ersten (A) folgen:

$$\frac{v^2}{2}\left(\frac{e^v + e^{-v}}{2}\right) = \frac{\overset{1}{1}}{1.2}\, v^2 + \frac{\overset{1}{3}}{1..4}\, v^4 + \frac{\overset{1}{5}}{1..6}\, v^6 + \ldots \ldots \quad (A')$$

$$\frac{v^2}{2}\left(\frac{e^v - e^{-v}}{2}\right) = \frac{\overset{1}{2}}{1.2.3}\, v^3 + \frac{\overset{1}{4}}{1..5}\, v^5 + \frac{\overset{1}{6}}{1..7}\, v^7 + \ldots \ldots \quad (A_,)$$

Aus der zweiten (B) folgen:

$$\frac{v^4}{2^2.1.2}.\frac{e^v - e^{-v}}{2} + \frac{v^3}{3}.\frac{e^v + e^{-v}}{2} = \frac{\overset{2}{2}\, v^3}{1.2.3} + \frac{\overset{2}{4}\, v^5}{1..5} + \frac{\overset{2}{6}\, v^7}{1..7} + \ldots \quad (B')$$

$$\frac{v^4}{2^2.1.2}\,\frac{e^v + e^{-v}}{2} + \frac{v^3}{3}\,\frac{e^v - e^{-v}}{2} = \frac{\overset{2}{3}\, v^4}{1..4} + \frac{\overset{2}{5}\, v^6}{1..6} + \frac{\overset{2}{7}\, v^8}{1..8} + \ldots \quad (B_,)$$

Aus der dritten (C) folgen:

$$\left(\frac{v^6}{2^3.1.2.3} + \frac{v^4}{4}\right)\frac{e^v + e^{-v}}{2} + \frac{v^5}{2.3}.\frac{e^v - e^{-v}}{2} = \frac{\overset{3}{3}\, v^4}{1..4} + \frac{\overset{3}{5}\, v^6}{1..6} + \frac{\overset{3}{7}\, v^8}{1..8} + \ldots (C')$$

$$\left(\frac{v^6}{2^3.1.2.3} + \frac{v^4}{4}\right)\frac{e^v - e^{-v}}{2} + \frac{v^5}{2.3}.\frac{e^v + e^{-v}}{2} = \frac{\overset{3}{4}\, v^5}{1..5} + \frac{\overset{3}{6}\, v^7}{1..7} + \frac{\overset{3}{8}\, v^9}{1..9} + \ldots (C_,)$$

u. s. w.

Setzt man ferner in diesen $v\sqrt{-1}$ statt v, so entstehen die Summen dieser Reihen mit abwechselnden Zeichen, nämlich:

$$(a') \dots -\frac{v^2}{2}\cos v = -\frac{v^2}{1.2} + \frac{\overset{1}{3}.v^4}{1..4} - \frac{\overset{1}{5}v^6}{1..6} + \dots$$

$$(a_{,}) \dots -\frac{v^2}{2}\sin v = -\frac{\overset{1}{2}v^3}{1.2.3} + \frac{\overset{1}{4}v^5}{1..5} - \frac{\overset{1}{6}v^7}{1..7} + \dots$$

$$(b') \dots \frac{v^4}{2^2.1.2}\sin v - \frac{v^3}{3}\cos v = -\frac{\overset{2}{2}v^3}{1.2.3} + \frac{\overset{2}{4}v^5}{1..5} - \frac{\overset{2}{6}v^7}{1..7} + \dots$$

$$(b_{,}) \dots \frac{v^4}{2^2.1.2}\cos v - \frac{v^3}{3}\sin v = \frac{\overset{2}{3}v^4}{1..2} - \frac{\overset{2}{5}.v^6}{1..6} + \frac{\overset{2}{7}v^8}{1..8} - \dots$$

$$(c') \dots \left(-\frac{v^6}{2^3.1.2.3} + \frac{v^4}{4}\right)\cos v + \frac{v^5}{2.3}\sin v = \frac{\overset{3}{3}v^4}{1..4} - \frac{\overset{3}{5}v^6}{1..6} + \frac{\overset{3}{7}v^8}{1..8} - \dots$$

$$(c_{,}) \dots \left(-\frac{v^6}{2^3.1.2.3} + \frac{v^4}{4}\right)\sin v + \frac{v^5}{2.3}\cos v = \frac{\overset{3}{4}v^5}{1..5} - \frac{\overset{3}{6}v^7}{1..7} + \frac{\overset{3}{8}v^9}{1..9} - \dots$$

u. s. w.

Dieses sind eben dieselben Formen, welche oben (§. 1 und 2.) auf eine andere Weise erhalten worden.

Aus diesen Reihen lassen sich durch wiederholte Differentiationen und Integrationen unendlich viele andere nebst deren Summen ableiten, so wie auch durch Verbindung verschiedener Reihen mit einander.

Nicht unmerkwürdig ist es, dafs die Summenausdrücke der behandelten Reihen als Formeln betrachtet werden können, um die Summen der Produkte der natürlich sich folgenden Zahlen von 1 bis n, zu zweien, dreien etc. zu finden, indem diese entstehen, wenn man aus jenen Summenformeln den Coefficienten von $\frac{v^{n+1}}{1.2\dots n+1}$ entwickelt. Auch lassen sich aus jenen, diese als Funktion von n ohne Schwierigkeit allgemein darstellen. Da sich diese aber auch unabhängig von den befolgten Entwickelungen finden lassen, so bietet sich noch ein anderer Weg dar, um zu den Ausdrücken zu gelangen, welche die obigen Reihen ergeben, welchen ich jedoch hier mich begnüge angedeutet zu haben.

§. 6.

Die binomische Potenz giebt noch andere, den behandelten in einer Rücksicht ähnliche Reihen, welche also neben jenen nicht am unrechten Orte stehen, da sie meines Wissens noch nicht aus der Potenzentwickelung abgeleitet worden sind. Es sey diese die von $(1-z)^n$, man ordne sie nach Potenzen von n, so ist

$$\text{(A)} \quad \ldots\ldots \quad (1-z)^n = \ldots\ldots$$

$$\begin{cases} 1 - n\left(z + \frac{z^2}{2} + \frac{z^3}{3} + \frac{z^4}{4} + \ldots\right) \\ + n^2\left(\frac{1}{1.2} z^2 + \frac{1+2}{1.2.3} z^3 + \frac{1.2+1.3+2.3}{1.2.3.4} z^4 + \ldots\right) \\ - n^3\left(\frac{1}{1.2.3} z^3 + \frac{1+2+3}{1.2.3.4} z^4 + \frac{1.2+\ldots+3.4}{1.2.3.4.5} z^5 + \ldots\right) \\ + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Das Gesetz dieser Entwickelung geht aus denen der Coefficienten $n.n-1.n-2..$ hervor, welche, nach n entwickelt, die Summe aller ganzer Zahlen, die ihrer Produkte zu zweien, dreien u. s. w., wie bekannt, als Coefficienten zu sich nehmen, welche also wie zuvor bezeichnet werden sollen.

Man integrire die Gleichung (A), so entsteht

$$\text{(B)} \quad \ldots\ldots \quad C - \frac{(1-z)^{n+1}}{n+1} = \ldots\ldots$$

$$\begin{cases} z - n\left(\frac{1}{1.2} z^2 + \frac{1}{2.3} z^3 + \frac{1}{3.4} z^4 + \frac{1}{4.5} z^5 + \ldots\right) \\ + n^2\left(\frac{1}{1.2.3} z^3 + \frac{\overset{1}{2}}{1.2.3.4} z^4 + \frac{\overset{2}{3}}{1.2.3.4.5} z^5 + \frac{\overset{3}{4}}{1..6} z^6 + \ldots\right) \\ - n^3\left(\frac{1}{1.2.3.4} z^4 + \frac{\overset{1}{3}}{1.2\ldots5} z^5 + \frac{\overset{2}{4}}{1.2\ldots6} z^6 + \frac{\overset{3}{5}}{1.2\ldots7} z^7 + \ldots\right) \\ + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Der Coefficient von n kann auch den übrigen analog bezeichnet werden durch

$$n\left(\frac{1}{1.2} z^2 + \frac{\overset{1}{1}}{1.2.3} z^3 + \frac{\overset{2}{2}}{1.2.3.4} z^4 + \frac{\overset{3}{3}}{1.2.3.4.5} z^5 + \ldots\right)$$

Für $z=0$ wird die Gleichung (B)

$$C-\frac{1^{n+1}}{1+n}=0$$

und giebt also den Werth der Beständigen $C=\frac{1}{1+n}$. Gebraucht man diesen, und setzt nun in (B) das $z=1$, so wird sie

$$(C)\ \ldots\ \frac{1}{1+n}=\ldots\ldots\ldots$$

$$\left\{\begin{array}{l}1-n\left(\frac{1}{1.2}+\frac{\overset{1}{1}}{1.2.3}+\frac{\overset{2}{2}}{1.2.3.4}+\frac{\overset{3}{3}}{1.2.3.4.5}+\ldots\right)\\ +n^2\left(\frac{1}{1.2.3}+\frac{\overset{1}{2}}{1.2.3.4}+\frac{\overset{2}{3}}{1.2\ldots5}+\frac{\overset{3}{4}}{1.2\ldots6}+\ldots\right)\\ -n^3\left(\frac{1}{1.2.3.4}+\frac{\overset{1}{3}}{1.2\ldots5}+\frac{\overset{2}{4}}{1.2\ldots6}+\frac{\overset{3}{5}}{1.2\ldots7}+\ldots\right)\\ +\ \ldots\ldots\ldots\ldots\end{array}\right.$$

Allein das erste Glied dieser Gleichung entwickelt giebt auch die Gleichung

$$(C')\ \ldots\ \frac{1}{1+n}=1-n+n^2-n^3+n^4-\ldots$$

welches, da das andere Glied mit dem in (C) identisch seyn muſs, zeigt, daſs alle dort in n, n^2, n^3 u. s. w. multiplizirende unendliche Reihen jede gleich 1 sind.

Man multiplizire die Gleichung (B), für die Beständige C ihr gefundener Werth gesetzt, mit dz, und integrire abermals, so entsteht

$$(D)\ \ldots\ C+\frac{z}{n+1}+\frac{(1-z)^{n+2}}{n+1.n+2}=\ldots$$

$$\left\{\begin{array}{l}\frac{z^2}{2}-n\left(\frac{1}{1.2.3}z^3+\frac{\overset{1}{1}}{1.2.3.4}z^4+\frac{\overset{2}{2}}{1.2..5}z^5+\frac{\overset{3}{3}}{1.2..6}z^6+\ldots\right)\\ +n^2\left(\frac{1}{1.2.3.4}z^4+\frac{\overset{1}{2}}{1.2..5}z^5+\frac{\overset{2}{3}}{1.2..6}z^6+\frac{\overset{3}{4}}{1.2..7}z^7+\ldots\right)\\ -n^3\left(\frac{1}{1.2..5}z^5+\frac{\overset{1}{3}}{1.2..6}z^6+\frac{\overset{2}{4}}{1.2..7}z^7+\frac{\overset{3}{5}}{1.2..8}z^8+\ldots\right)\\ +\ \ldots\ldots\ldots\end{array}\right.$$

Das $z = 0$ gesetzt, bestimmt die Constante

$$C = \frac{1}{n+1 \cdot n+2}.$$

Setzt man dann $z = 1$ in der Gleichung, so wird dieselbe, wenn auch statt des ersten Gliedes, welches gleich $\frac{1}{n+2}$, dessen Entwickelung gesetzt wird

$$(E) \ldots \frac{1}{2} - n \cdot \frac{1}{4} + n^2 \cdot \frac{1}{8} - n^3 \cdot \frac{1}{16} + \ldots =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} - n\left(\frac{1}{1.2.3} + \frac{1}{1.2.3.4} + \frac{2}{1.2..5} + \frac{3}{1.2..6} + \ldots\right) \\ + n^2 \left(\frac{1}{1.2.3.4} + \frac{2}{1.2..5} + \frac{3}{1.2..6} + \frac{4}{1.2..7} + \ldots\right) \\ - n^3 \left(\frac{1}{1.2..5} + \frac{3}{1.2..6} + \frac{4}{1.2..7} + \frac{5}{1.2..8} + \ldots\right) \\ + \end{array} \right.$$

worin wegen identischer Gleichheit der Glieder die Coefficienten derselben Potenzen von n gleich sind, die im ersten also die Summen der unendlichen Reihen im andern ausdrücken.

Integrirt man die Gleichung (D) mit der für sie bestimmten Constante abermahls nach z, oder, welches dasselbe, integrirt man die Gleichung (A) drei mal, so wird deren erstes Glied:

$$(F) \ldots C - \frac{z}{n+1 \cdot n+2} + \frac{z^2}{2(n+1)} - \frac{(1-z)^{n+3}}{n+1 \cdot n+2 \cdot n+3}$$

und weil das andere Glied mit z Null wird, so ist

$$C = \frac{1}{n+1 \cdot n+2 \cdot n+3}$$

und für $z = 1$ wird damit jener Ausdruck

$$\left.\frac{1}{n+1 \cdot n+2 \cdot n+3} - \frac{1}{1 \cdot n+1 \cdot n+2} + \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot n+1} = \frac{1}{1.2} \cdot \frac{1}{n+3}\right\} \ldots (G).$$

Der Coefficient von n^λ, in dessen Entwickelung also

$$\frac{1}{1.2.3} \cdot \frac{1}{3^\lambda} \ldots \ldots (H).$$

Aus dem andern Gliede aber wird der Coefficient von n^λ gleich seyn: . . . . (I)

$$\frac{1}{1.2\ldots(\lambda+3)}+\frac{\overset{1}{\lambda}}{1.2\ldots(\lambda+4)}+\frac{(\overset{2}{\lambda+1})}{1.2\ldots(\lambda+5)}+\frac{(\overset{3}{\lambda+2})}{1.2\ldots(\lambda+6)}+\ldots$$

von welcher unendlichen Reihe also $\frac{1}{1.2.3}\cdot\frac{1}{3^\lambda}$ die Summe ist.

Integrirt man die Gleichung (A) i mal nacheinander, so wird das erste Glied, wenn man $z = 1$ setzt, seyn:

$$\left\{\begin{array}{c}\frac{1}{1.2\ldots(i-1).(n+1)}-\frac{1}{1.2\ldots(i-2).(n+1)(n+2)}+\frac{1}{1.2\ldots(i-3)(n+1)(n+2)(n+3)}-\ldots \\ \ldots+\frac{(-1)^{i-3}}{1.2.(n+1)(n+2)\ldots(n+i-2)}+\frac{(-1)^{i-2}}{1.n+1.n+2\ldots(n+i-1)}+\frac{(-1)^{i-1}}{(n+1)n+2\ldots n+i}\end{array}\right\}$$

$$=\frac{1}{1.2\ldots(i-1).(n+i)}\ \ldots\ldots\ (G')$$

Die Gleichheit dieser beiden Ausdrücke soll bald näher erwiesen werden.

Der Coefficient von n^λ in der Entwickelung dieses Bruches ist also gleich

$$\frac{1}{1.2\ldots i}\cdot\frac{1}{i^\lambda}\ \ldots\ldots\ (H')$$

Das andere Glied der Gleichung hat zum Coefficienten von n^λ die unendliche Reihe . . . . (I')

$$\frac{1}{1.2\ldots(\lambda+i)}+\frac{\overset{1}{\lambda}}{1.2\ldots(\lambda+i+1)}+\frac{(\overset{2}{\lambda+1})}{1.2\ldots(\lambda+i+2)}+\frac{(\overset{3}{\lambda+2})}{1.2\ldots(\lambda+i+3)}+\text{etc.}$$

von welcher also der vorhergehende Ausdruck die Summe ist.

Die obige Gleichheit (G') zu erweisen, die auch so geschrieben werden kann

$$(-1)^i\left\{\begin{array}{c}\frac{(-1)^{-1}}{n+1.n+2\ldots n+i}+\frac{(-1)^{-2}}{1.n+1.n+2\ldots(n+i-1)}+\frac{(-1)^{-3}}{1.2.n+1.n+2\ldots(n+i-2)}+\ldots \\ \ldots+\frac{(-1)^{-i+2}}{1.2\ldots(i-3).n+1.n+2.n+3}+\frac{(-1)^{-i+1}}{1.2\ldots(i-2).n+1.n+2}+\frac{(-1)^{-i}}{1.2\ldots(i-1).n+1}\end{array}\right.$$

$$=\frac{1}{1.2.3\ldots(i-1)(n+i)}$$

subtrahire man das erste Glied vom folgenden, oder addire sie nach dem

Zeichen, welches sie, abgesehen vom allgemeinen Vorzeichen $(-1)^{-i}$, vor sich erhalten, so machen diese beiden Glieder zusammen

$$-\frac{n+i-1}{n+1.n+2\ldots n+i}$$

hiezu das folgende Glied $-\frac{1}{1.2.n+1\ldots(n+i-2)}$ gesetzt, giebt das Aggregat der ersten drei Glieder

$$-\frac{(n+i-2)(n+i-1)}{1.2.\,n+1.n+2\ldots n+i}$$

zu welchem das vierte $+\frac{1}{1.2.3.n+1\ldots(n+i-3)}$ gesetzt, die Summe der ersten vier Glieder giebt gleich

$$+\frac{(n+i-3)(n+i-2)(n+i-1)}{1.2.3.n+1.n+2\ldots\ldots n+i}$$

und es ist einleuchtend, dass die Summe von μ Gliedern seyn wird, das Vorzeichen $(-1)^i$ beigezogen,

$$(-1)^{i+\mu}\frac{(n+i-\mu+1)(n+i-\mu+3)\ldots(n+i-1)}{1.2\ldots(\mu-1).n+1.n+2\ldots n+i}$$

$$=(-1)^{i+\mu}\frac{1}{1.2\ldots(\mu-1).n+1.n+2\ldots n+i-\mu}\cdot\frac{1}{n+i}$$

für $\mu=i-1$ hat man die Summe aller Glieder bis auf das letzte

$$=(-1)^{2i-1}\frac{1}{1.2\ldots(i-2).n+1}\cdot\frac{1}{n+i}$$

zu welcher das letzte stets positive Glied $\frac{1}{1.2\ldots(i-1)(n+1)}$ gesetzt, die Summe der gesammten Glieder des Ausdrucks

$$=\frac{1}{1.2\ldots(i-1)}\cdot\frac{1}{n+i}$$

wird, wie es zu zeigen war.

Man kann die Gleichung für sich auch so ausdrücken:

$$\frac{1}{n+i}=\left\{\begin{array}{l}\frac{1}{n+1}-\frac{i-1}{n+1.n+2}+\frac{i-1.i-2}{n+1.n+2.n+3}-\ldots\\ \ldots\pm\frac{i-1.i-2\ldots2.1}{n+1.n+2\ldots n+i-1}\mp\frac{i-1.i-2\ldots1}{n+1.n+2\ldots n+i}\end{array}\right.$$

§. 7.

Die obige Gleichung (A) §. 6. muſs einerlei seyn mit folgender:

$$(1-z)^n = 1 + n\log(1-z) + n^2\frac{[\log(1-z)]^2}{1.2} + n^3\frac{[\log(1-z)]^3}{1.2.3} + \ldots$$

die dortigen Reihen sind also die Entwickelungen der Potenzen des Logarithms von $1-z$. Das oben gefundene i malige Integral jener gilt also für diese, und es ist also

$$\int^i (1-z)^n dz^i = \int^i dz^i + n\int^i \log(1-z).dz^i + n^2\int^i\frac{[\log(1-z)]^2}{1.2}dz^i + \ldots$$

Die Integrale stets von $z=0$ an genommen, ist für das i^{te} des ersten Gliedes von $z=0$ bis $z=1$ gefunden

$$\int^i (1-z)^n dz^i = \frac{1}{1.2\ldots i-1}\cdot\frac{1}{n+i}$$

Es ist aber aus der vorigen allgemeinen Gleichung

$$\frac{d^\lambda.\int^i(1-z)^n dz^i}{dn^\lambda} = 1.2\ldots\lambda\int^i\frac{[\log(1-z)]^\lambda dz^i}{1.2\ldots\lambda}$$

wenn nach der Differentiation n Null gesetzt wird.

Aber für das zwischen 0 und 1 begränzte Integral

$$\frac{d^\lambda.\int^i(1-z)^n dz^i}{dn^\lambda} = \frac{1}{1.2\ldots i-1}\,\frac{d^\lambda(n+i)^{-1}}{dn^\lambda} = (-1)^\lambda\frac{1.2\ldots\lambda}{1.2\ldots i-1}\,i^{-(\lambda+1)}$$

folglich ist in eben der Begränzung

$$\int^i\frac{[\log(1-z)]^\lambda dz^i}{1.2\ldots\lambda} = \frac{i}{1.2\ldots i}(-i)^{-\lambda}$$

oder

$$\int^i[\log(1-z)]^\lambda dz^i = \frac{1.2\ldots\lambda}{1.2\ldots i}\,i^{-\lambda}.(-1)^\lambda$$

Da aber $(\log 1-z)^\lambda = \left(-\log\frac{1}{1-z}\right)^\lambda = (-1)^\lambda\log\left(\frac{1}{1-z}\right)^\lambda$

so ist

$$\int^i\left(\log\frac{1}{1-z}\right)^\lambda dz^i = \frac{1.2.3\ldots\lambda}{1.2\ldots i}\,i^{-\lambda}$$

§. 8.

§. 8.

Aus $\int^{i}(1-z)^{n}dz^{i}$ findet man $\int z^{m}(1-z)^{n}dz$

denn man entwickele dieses, als allgemein betrachtet, durch die bekannte Integrationsformel

$$\int z^{m}(1-z)^{n}dz =$$

$$z^{m}\int(1-z)^{n}dz - mz^{m-1}\int\int(1-z)^{n}dz^{2} + m.m-1\, z^{m-2}\int^{3}(1-z)^{n}dz - \ldots;$$

so wird das Integral von $z=0$ bis 1 genommen, in Folge der unter dieser Voraussetzung bekannten Werthe der wiederholten Integrale von $(1-z)^{n}$,

$$\int z^{m}(1-z)^{n}dz =$$

$$\frac{1}{n+1} - \frac{m}{1}\cdot\frac{1}{n+2} + \frac{m.m-1}{1.2}\cdot\frac{1}{n+3} - \frac{m.m-1.m-2}{1.2.3}\cdot\frac{1}{n+4} + \ldots$$

Das zweite Glied ist aber, die Differenz $\Delta n = 1$ genommen, gleich

$$(-1)^{m}\Delta^{m}\frac{1}{n+1},$$

und diese m^{te} Differenz ist gleich $\frac{1.2\ldots m}{n+1.n+2.n+3\ldots n+m+1}$, welches also der Werth des begränzten Integrals ist.

Setzt man $z = x^{\lambda}$, so wird das begränzte Integral in x von $x=0$ bis 1, mit dem in z einerlei Werth behalten, also wird auch seyn:

$$\int \lambda x^{(m+1)\lambda-1}(1-x^{\lambda})^{n}dx = \frac{1.2\ldots m}{n+1.n+2.n+3\ldots(n+m+1)}$$

Im zweiten Gliede statt m dessen Werth aus der Gleichung

$$(m+1)\lambda - 1 = \mu$$

gesetzt, wird der Werth von $\int x^{\mu}(1-x^{\lambda})^{n}dx$, zwischen $x=0$ und $x=1$ erhalten.

Man gelangt kürzer zum i^{ten} Integrale des ersten Gliedes der Gleichung (A) oder der Funktion $(1-z)^{n}$, wenn man sie zuerst entwickelt und dann Glied für Glied wiederholt integrirt, stets von $x=0$ an, es wird dann, das letzte Integral mit $x=1$ geschlossen,

$$\int^{i}(1-z)^{n}dz^{i} = \frac{1}{1.2\ldots i} - \frac{n}{1}\cdot\frac{1}{2.3\ldots i+1} + \frac{n.n-1}{1.2}\cdot\frac{1}{3.4\ldots i+2} - \ldots$$

und es läfst sich bei diesen Formeln der Algorithm benutzen, welcher in

einer Abhandlung unter denen aus den Jahren 1804—11 dargestellt ist. Setzt man, wie dort nämlich, das Zeichen $\mho^\lambda$ bedeute die Substitution von $x+\lambda$ statt x in der Funktion, auf welche es sich bezieht, so daſs $(\mho'-\mho^\circ)^\lambda fx=(\mho-1)^\lambda fx=\Delta^\lambda fx$, so ist klar, daſs obiges Integral wird, für $\mho i=i+1$ oder $\Delta i=1$,

$$\int^i(1-z)^n dz^i=(1-\mho)^n\frac{1}{1.2\ldots i}=(-\Delta)^n\frac{1}{1.2\ldots i}$$

Es ist aber

$$(-\Delta)\frac{1}{1.2\ldots i}=\Delta\frac{-1}{1.2\ldots i}=\frac{1}{1.2\ldots i.i+1}$$

also $(-\Delta)^n\frac{1}{1.2\ldots i}=\frac{1}{1.2\ldots i-1.(n+i)}$

Der Werth des Integrals ist also wie oben gefunden, und kann noch durch $\frac{1}{n+i}o^{-i+1)}$ ausgedrückt werden.

Bezeichnet man ein Produkt wie $\frac{1}{m+1.m+2\ldots m+i}$ mit $m^{-i)}$, oder mit $\frac{1}{(m+i)^{i)}}$, so ist es augenfällig, daſs die Integrale, von $z=o$ an genommen, und zuletzt bis $z=1$ ausgedehnt, und $\mho$, Δ auf m bezogen, seyn werden

$$\int^i(1-z)^n z^m dz^i=(1-\mho)^n.m^{-i)}=(-\Delta)^n.m^{-i)}=(i+n-1)^{n)}.m^{-i-n)},$$

welches sich in die Formen entwickelt

$$\int^i(1-z)^n z^m dz^i=\frac{i.i+1.i+2\ldots(i+n-1)}{m+1.m+2.m+3\ldots(m+i+n)}=\frac{(i+n-1)^{n)}}{(i+n+m)^{n+i)}}$$

$$=\frac{m^{m-i+1)}}{(i+n+m)^{m+1)}}=\frac{i.i+1\ldots(m-1)m}{(i+n).(i+n+1)\ldots(i+n+m)}$$

$$=\frac{(i+n-1)^{n)}}{(i+m+n)^{n)}}m^{-i)}=\frac{i.i+1\ldots(i+n-1)}{(m+i+1)(m+i+2)\ldots(m+i+n)}\cdot\frac{1}{m+1.m+2\ldots m+i}$$

$$=\frac{(i+m)^{m+1)}}{(i+m+n)^{m+1)}}m^{-i)}=\frac{i.i+1\ldots(i+m)}{i+n.i+n+1\ldots(i+n+m)}\cdot\frac{1}{m+1.m+2\ldots m+i}$$

aus welchen erhellet, daſs sich das vielfache Integral unter jeder Bestim-

mung der Werthe der darin vorkommenden Grössen angeben läſst, wofern es nicht unendlich wird. Selbst den Fall, wo i keine ganze Zahl, nicht ausgenommen, da der Werth von $m^{-i)}$ sich auch dann finden läſst. Für i negative ganze Zahl wird auch nur i in den Resultatsformeln nur negativ zu setzen seyn. Das vielfache Integral geht in ein vielfaches Differential über, nämlich in

$$\pm d^i.(1-z)^n z^m.dz^{-i} = (\pm\Delta)^n.m^{i)},$$

das Differential nämlich von $z=0$ bis $z=1$ genommen, d. h. bloſs $z=1$ im i^{ten} Differential gesetzt.

Dieses wird, wenn i eine ganze Zahl, Null, wenn $n > i$.

§. 9.

Für den oben [§. 6. (G')] durch successive Bestimmung von $\int^i (1-z)dz^i$ erhaltenen Ausdruck

$$\frac{1}{1.2\ldots i-1}\left(\frac{1}{n+1} - \frac{i-1}{n+1.n+2} + \frac{i-1.i-2}{n+1.n+2.n+3} - \ldots\right)$$

läſst sich der Werth durch Anwendung des Algorithms unmittelbarer als geschehen reduziren, denn es ist derselbe, $\Delta n = 1$ gesetzt, offenbar gleich

$$\frac{1}{1.2\ldots i-1}\left(\frac{1}{n+1} + \frac{i-1}{1}\Delta\frac{1}{n+1} + \frac{i-1.i-2}{1.2}\Delta^2\frac{1}{n+1} + \ldots\right)$$

$$= \frac{1}{1.2\ldots i-1}(1+\Delta)^{i-1}.\frac{1}{n+1} = \frac{1}{1.2\ldots i-1}\mho^{i-1}\frac{1}{n+1}$$

Aber $\mho^{i-1}.\dfrac{1}{n+1} = \dfrac{1}{n+i-1+1} = \dfrac{1}{n+i}$

Mithin der Werth des Ausdrucks gleich

$$\frac{1}{1.2\ldots i-1}.\frac{1}{n+i}$$

wie derselbe oben gefunden.

Setzt man i negativ, so wird der zweite Faktor

$$\frac{1}{n+1} + \frac{i+1}{n+1.n+2} + \frac{i+1.i+2}{n+1.n+2.n+3} + \ldots = R$$

$$= \frac{1}{n+1} - \frac{i+1}{1}\Delta\frac{1}{n+1} + \frac{i+1.i+2}{1.2}\Delta^2\frac{1}{n+1} - \frac{i+1.i+2.i+3}{1.2.3}\Delta^3\frac{1}{n+1} + \ldots$$

$$= (1+\Delta)^{-i-1}\frac{1}{n+1} = \mho^{-i-1}\frac{1}{n+1} = \frac{1}{n-i}$$

wo auch das Resultat das vorige ist, — i nämlich statt i in jenes gesetzt.

Setzt man $\frac{n}{k}$, $\frac{i}{k}$ statt n und i, so wird also, nachdem man zuvor die Gleichungen mit i multiplicirt:

$$\frac{i}{n \pm i} = \frac{i}{n+k} \mp \frac{i.i \mp k}{n+k.n+2k} + \frac{i.i \mp k.i \mp 2k}{n+k.n+2k.n+3k} \mp \ldots$$

und beiderseits 1 addirt, erhält man im Gebrauch der untern Zeichen die Reihe für $\frac{n}{n-i}$, welche Euler gefunden (Calc. Int. T. IV.) und unter mehrern Rücksichten betrachtet, ohne, wie es mir scheint, den an sich höchst einfachen Grund ihrer ersten Entwickelung wahrgenommen zu haben, welchen nachzuweisen ich mir hier also wohl erlauben darf.

Um einen Bruch wie $\frac{1}{n-i}$ in einer konvergirenden Reihe zu entwickeln, ist bloſs zu bemerken, daſs die Glieder als successive Quotienten willkührlich nur so zu wählen sind, daſs der Rest der Division unbestimmt abnimmt. Man sehe also k, k', k'' . . ., im folgenden ganz einer gewöhnlichen Division ähnlichen Verfahren, als willkührliche Gröſsen an, und setze

$$\frac{1}{n-i} = \frac{1}{n+k} + R$$

$$\text{so ist } R = \frac{i+k}{(n-i)(n+k)}$$

und dieser Rest ist kleiner als der vorgegebene Bruch $\frac{1}{n-i}$, wenn nur $i < n$. Es ist aber jener Rest ein neuer Bruch, und man kann den Quotienten willkührlich nehmen nebst einem neuen Rest, also setzen:

$$R = \frac{i+k}{(n-i)(n+k)} = \frac{i+k}{n+k.n+k'} + R'$$

woraus folgt:

$$R' = \frac{(i+k)(i+k')}{(n-i)(n+k)(n+k')}, \text{ daher ferner}$$

$$R' = \frac{(i+k)(i+k')}{(n+k)(n+k')(n+k'')} + R'', \text{ also}$$

$$R'' = \frac{(i+k)(i+k')(i+k'')}{(n-i)(n+k)(n+k')(n+k'')}$$

etc.

Es ist demzufolge:

$$\frac{1}{n-i} =$$

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{1}{n+k} + \frac{i+k}{n+k.n+k'} + \frac{i+k.i+k'}{n+k.n+k'.n+k''} + \frac{i+k.i+k'.i+k''}{n+k.n+k'.n+k''.n+k'''} + \\ \ldots + \frac{i+k.i+k' \ldots i+k^{(\nu-1)}}{n+k.n+k' \ldots n+k^{(\nu)}} + \frac{1}{n-i}\,\frac{i+k.i+k' \ldots i+k^{(\nu)}}{n+k.n+k' \ldots n+k^{(\nu)}}, \end{array}\right.$$

wo das letzte Glied den Rest ausdrückt, welcher also, da $k, k', k'' \ldots$ willkührlich, ein so kleiner Theil des ursprünglichen Bruches $\frac{1}{n-i}$ seyn kann, als man nur will, also, die Glieder der Reihe weit genug fortgesetzt, auch vernachläſsigt werden darf. Da die vollständige Gleichung eine identische, so darf man sowohl $-k$ statt $+k$ etc., als auch $-i$ statt i in dieselbe setzen, und erhält also im letztern Falle den Werth von $\frac{1}{n+i}$, ähnlich dem von $\frac{1}{n-i}$ ausgedrückt. Man sieht auch, daſs für $\frac{1}{n+i}$ bei stets positiven Werthen der $k, k' \ldots$ der Rest Null werden kann, so wie bei positivem i für negative k, mithin auch alle übrige Glieder, falls man die Division fortsetzen wollte.

Man kann also die zu Anfange dieses Absatzes betrachtete Gleichung als aus dieser letzten für den Fall, wo $k=1$, $k'=2$, $k''=3 \ldots$ abgeleitet, mithin bloſs als eine aus der Division des Bruches $\frac{1}{n+i}$ ursprünglich entwickelte ansehen.

Nimmt man beiderseits das $\frac{(-\Delta)^{\mu-1}}{1.2 \ldots \mu-1}$ derselben, so wird, da, für $\Delta n = 1$,

$$(-\Delta)^{\mu-1}\frac{1}{n+i} = \frac{1.2 \ldots \mu-1}{n+i.n+i+1 \ldots (n+i+\mu-1)},$$

wenn man noch für die Produkte die angenommene Bezeichnung zur Abkürzung gebraucht, erhalten:

$$(n+i-1)^{-\mu)} = n^{-\mu)} - \mu(i-1) . n^{-\mu-1} + \frac{\mu . \mu+1}{1 . 2}(i-1)(i-2) . n^{-\mu-2} - \ldots$$

und i statt i — 1 gesetzt, so wird, mit Aufnahme des Restes:

$$(n+i)^{-\mu)} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} n^{-\mu)} - \mu . i . n^{-\mu-1)} + \frac{\mu . \mu+1}{1 . 2} . i^{2)} . n^{-\mu-2)} - \frac{\mu . \mu+1 . \mu+2}{1 . 2 . 3} . i^{3)} . n^{-\mu-3)} + \ldots \\ \ldots \pm \frac{\mu . \mu+1 \ldots \mu+\nu-1}{1 . 2 \ldots \nu} i^{\nu)} . n^{-\mu-\nu)} \mp \frac{(-\Delta)^{\mu-1} \left(\frac{1}{n+i} n^{-\nu-1)} i^{\nu+1)} \right)}{1 . 2 \ldots (\mu-1)} \end{array} \right.$$

Setzt man hierin $\frac{n}{k}$, $\frac{i}{k}$ oder $\frac{-i}{k}$ statt n und i, so geht die Formel über in

$$\frac{1}{(n \pm i+k)(n \pm i+2k) \ldots (n \pm i+\mu k)} =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{(n+k) \ldots (n+\mu k)} \mp \frac{\mu}{1} \frac{i}{(n+k) \ldots (n+[\mu+1]k)} + \frac{\mu . \mu+1}{1 . 2} \frac{i . i \mp k}{(n+k) \ldots (n+[\mu+2]k)} \mp \ldots \\ \ldots \mp \frac{\mu . \mu+1 \ldots (\mu+\nu-1)}{1 . 2 \ldots \nu} \frac{i . i \mp k . i \mp 2k \ldots (i \mp [\nu-1]k)}{(n+k)(n+2k) \ldots (n+[\mu+\nu]k)} \\ + \frac{(-\Delta)^{\mu-1}}{1 . 2 \ldots \mu-1} \left(\frac{1}{n \pm i+k} . \frac{i . i \mp k \ldots i \mp \nu k}{n+k . n+2k \ldots n+(\nu+1)k} \right) \end{array} \right.$$

welche Formeln hier nur der besondern Leichtigkeit der Ableitung halber, die auch unmittelbar aus dem allgemeinen Ausdruck für $\frac{1}{n \pm i}$ in k, k′, k″.. hätte geschehen können, angeführt werden, da ich jetzt nicht bei denselben verweilen, nur noch bloſs bemerken will, daſs sie offenbar gestatten, k = 0 zu setzen, so wie μ negativ zu nehmen, wo sie dann einen eigenthümlichen Beweis der binomischen Potenzentwickelung enthalten.

§. 10.

Das Integral $\int (1-z)^n z^m dz$, welches diese Nebenbetrachtungen veranlaſst hat, ist unter einer etwas allgemeineren Form durch Euler sehr berühmt. Nemlich wenn auch das z in $(1-z)^n$ einen eigenen Exponenten

erhält, das Integral also $\int(1-x^\lambda)^n x^\mu dx$ ist. Es läſst sich aber auf zweierlei Weise in die betrachtete Form bringen, wenn nämlich entweder $1-x^\lambda$ oder x^λ gleich z gesetzt wird. Indessen läſst sich auch ohne Reduktion der Algorithm so wie für jene unmittelbar anwenden. Es wird nämlich, wenn man die Funktion unterm Integralzeichen entwickelt, und das Integral von $x=0$ bis $x=1$ nimmt, sichtlich

$$\int(1-x^\lambda)^n x^\mu dx = (1-\mho^\lambda)^n \cdot \frac{1}{\mu+1}$$

und man kann setzen $1-\mho^\lambda = -\Delta$, wofern nur da sich die Behandlungszeichen auf μ beziehen, und

$\mho^\lambda \mu = \mu + \lambda$ auch $\Delta\mu = \lambda$

gesetzt, oder das Δ Zeichen vor der Gröſse, auf die es geht, in der Entwickelung bis zum Endresultat beibehalten wird.

Es ist also auch

$$\int(1-x^\lambda)^n x^\mu dx = (-\Delta)^n \frac{1}{1+\mu} = (-\Delta)^n . \mu^{-1)} =$$

$$\frac{1 \quad \lambda \quad 2\lambda \ldots n\lambda}{(\mu+1).(\mu+1+\lambda)(\mu+1+2\lambda\ldots(\mu+1+n\lambda)} = \frac{1}{\mu+1} n^{n)} \left(\frac{\mu+1}{\lambda}\right)^{-n)}$$

$$= \frac{1}{\mu+1} \frac{1 \,.\, 2 \ldots \frac{\mu+1}{\lambda}}{n+1\,.\,n+2\ldots\left(n+\frac{\mu+1}{\lambda}\right)} = \frac{1}{\mu+1}\left(\frac{\mu+1}{\lambda}\right)^{\frac{\mu+1}{\lambda})} . \, n^{-\frac{\mu+1}{\lambda})}$$

Das letzte Resultat folgt sichtlich genug aus dem vorhergehenden, kann aber auch durch Transformation der zu integrirenden Funktion erhalten werden.

Es läſst sich auch ausdrücken für $\Delta n = 1$ durch

$$\frac{1}{\lambda}(-\Delta)^{\frac{\mu+1}{\lambda}-1} . \, n^{-1)}$$

Aber auch der erste Ausdruck $(-\Delta)^n . \mu^{-1)}$ wird, wenn man $\Delta \frac{\mu+1}{\lambda} = 1$ setzt, gleich

$$\frac{1}{\lambda}(-\Delta)^n \left(\frac{\mu+1}{\lambda}\right)^{-1} = \frac{1}{\lambda}(-\Delta)^n \left(\frac{\mu+1}{\lambda}-1\right)^{-1)}$$

Man hat folglich $n-1$ und $\mu-1$ statt n und μ gesetzt,

$$\int(1-x^\lambda)^{n-1} x^{\mu-1} dx = \frac{1}{\lambda}(-\Delta)^{\frac{\mu}{\lambda}-1}(n)^{-1} = \frac{1}{\lambda}(-\Delta)^{n-1}\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^{-1}$$

wo in dem ersten Ausdruck des Integrals $\Delta n = 1$, in dem andern $\Delta . \frac{\mu}{\lambda} = 1$ zu nehmen ist.

Es ist für das $i$mal wiederholte beschränkte Integral stets mit $x = 0$ anfangend

$$\int^i (1 - x^\lambda)^n x^\mu dx^i = (1 - \mho^\lambda)^n \mu^{-i)} = (-\Delta)^n . \mu^{-i)}$$

wiederum $\Delta\mu = \lambda$ genommen.

Es ist aber in eben dem Sinne erlaubt zu setzen

$$\int^i (1 - x^\lambda)^n x^\mu dx^i = (1 - \mho^\lambda)^n \int^i x^\mu dx^i = (1 - \mho^\lambda)^n \mho^\mu \int^i x^0 dx^i = \mho^\mu (-\Delta)^n . 0^{-i)}$$

wo nur zu beachten, dafs die Null als das Zeichen, auf welches sich $\mho$ und Δ beziehen, im Calcul deswegen beibehalten, und als eine unbestimmte Gröfse behandelt wird, also ist $0^{-i)} = \frac{1}{0+1 . 0+2 \ldots 0+i}$ zu schreiben, auch zu merken, dafs $\mho 0 = 1$ aber $\Delta 0 = \lambda$.

Dieses erstreckt sich weiter als auf die vorliegenden besondern Fälle, und es ist auch allgemeiner

$$\int^i fx . dz^i = f\mho \int^i dz^i = f\mho . 0^{-i)}$$

Sollen aber nach jedesmaliger Integration willkührliche beständige hinzukommen, so wird das mit $x = 1$ beschränkte Integral

$$\int^i fx . dz^i = A_i 0^{-0)} + A_{i-1} 0^{-1)} + A_{i-2} 0^{-2)} + \ldots + A_2 0^{i-2)} + A_1 0^{i-1)} + f\mho . 0^{-i)}$$

wo $A_1, A_2 \ldots A_i$ die i Willkührlichen sind.

In wiefern sich $f\mho . 0^{-i)}$ anwenden und ausmitteln läfst, hängt von der Natur der Form f ab.

§. 41.

Wird der mit einer bestimmten Gröfse, wie n^λ z. B., multiplizirte Theil in $\int^i z^m (1 - z)^n dz^i$ gesucht, so ist dieser

$$\frac{d^\lambda \int^i z^m (1-z)^n dz^i}{1 . 2 \ldots \lambda . dn^\lambda} = \frac{\int^i z^m d^\lambda (1-z)^n . dz^i}{1 . 2 \ldots \lambda . dn^\lambda} = \frac{\int^i z^m (\log 1 - z)^\lambda dz^i}{1 . 2 \ldots \lambda}$$

da nach den Differentiationen $n = 0$ zu setzen, und es ist einleuchtend, dafs dasselbe Resultat sich ergeben mufs, wenn jene Differentiation auf die schon vollführte beschränkte Integration erst vollzogen wird, dafs also

$$\frac{d^\lambda \int^i (1-z)^n z^m dz^i}{1 . 2 \ldots \lambda . dn^\lambda} = \frac{d^\lambda (1 - \mho)^n . m^{-i)}}{1 . 2 \ldots \lambda . dn^\lambda} = \frac{(\log 1 - \mho)^\lambda . m^{-i)}}{1 . 2 \ldots \lambda}$$

wo

wo die Entwickelung von $(\log 1 - \mho)^{\lambda} m^{-i)}$ eine Reihe ist, die sich wegen des (nach §. 7.) bekannten Coefficientengesetzes von $(\log 1 - \mho)^{\lambda}$ darstellen läfst. Die Summe derselben ist aber gleich dem Integral $\int^i z^m (\log 1 - z)^{\lambda} dz^i$ die Integrale stets von $x = 0$ an genommen, und das letzte bis $x = 1$.

Es ist aber $d^i (uv) = (d_{,} + d_{,,})^i (uv)$

wenn $d_{,}$ sich als Differentiationszeichen nur auf u bezieht, und v für dasselbe als eine beständige betrachtet wird, wiewohl sie eben die Gröfse enthalten mag, welche $d_{,}$ in u differentirt, aber $d_{,,}$ hingegen auf die Veränderlichen in v allein sich bezieht, und u als beständig demselben nicht unterworfen ist, also

$$d_{,}^{\mu} d_{,,}^{\nu} (uv) = d_{,}^{\mu} (u d_{,,}^{\nu} v) = d_{,}^{\mu} u . d_{,,}^{\nu} v.$$

Nachdem alle Produkte der Art in $(d_{,} + d_{,,})^i uv$ ausgemittelt sind, hat man der Unterscheidungszeichen der d nicht mehr nöthig. Eben so ist, u und v als Funktionen von z betrachtet, unter eben der Voraussetzung, bei welcher doch $d_{,} z = d_{,,} z = dz$

$$\int^i uv dz^i = d^{-i} uv dz^i = (d_{,} + d_{,,})^{-i} uv . dz^i.$$

Entwickelt und die Unterscheidung aufgehoben, welche man auch vom Anfange an entbehren kann, wenn man die d in der Ordnung hält, als die Folge der Gröfsen u, v, auf welche sie gerichtet sind, so hat man:

$$\int^i uv dz^i = \left(d^{-i} - i d^{-i-1} d + \frac{i . i+1}{1 . 2} d^{-i-2} d^2 - \ldots\right) uv dz^i$$

$$= v d^{-i} u dz^i - i \frac{dv}{dz} d^{-i-1} u dz^{i+1} + \frac{i . i+1}{1 . 2} \frac{d^2 v}{dz^2} d^{-i-2} u dz^{i+2} - \ldots$$

Diesen allgemeinen Satz auf die vorliegende Formel angewandt, giebt:

$$\int^i [\log (1-z)]^{\lambda} z^m dz^i =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} z^m \int^i (\log 1 - z)^{\lambda} dz^i - i . m z^{m-1} \int^{i+1} (\log 1 - z)^{\lambda} dz^{i+1} \\ + \frac{i . i+1}{1 . 2} m . m-1 . z^{m-2} \int^{i+2} (\log 1 - z)^{\lambda} dz^{i+2} - \ldots \end{array} \right.$$

Nun sind die mit dem $\int$ Zeichen behafteten Funktionen mit z Null, und ihr Werth bis $z = 1$ ist nach dem vorigen bekannt, da gefunden worden

$$\frac{\int^i (\log 1 - z)^{\lambda} dz^i}{1 . 2 \ldots \lambda} = \frac{1}{1 . 2 \ldots i} (-i)^{-\lambda} = \frac{-1}{1 . 2 \ldots (i-1)} (-i)^{-\lambda-1}$$

mithin ist das ganze Integral für z von 0 bis 1

$$\frac{\int^i (\log 1-z)^\lambda . z^m dz^i}{1.2\ldots\lambda} =$$

$$\frac{-1}{1.2\ldots i-1}\left\{\begin{array}{l}(-i)^{-\lambda-1} - m(-i-1)^{-\lambda-1} + \frac{m.m-1}{1.2}(-i-2)^{-\lambda-2} \\ \quad - \frac{m.m-1.m-2}{1.2.3}(-i-3)^{-\lambda-1} + \ldots\end{array}\right.$$

$$= \frac{(-1)^\lambda}{1.2\ldots i-1}\left(i^{-\lambda-1} - m(i+1)^{-\lambda-1} + \frac{m.m-1}{1.2}(i+2)^{-\lambda-1} - \ldots\right)$$

$$= \frac{(-1)^\lambda}{1.2\ldots i-1}(-\Delta)^m . i^{-\lambda-1} \text{ für } \Delta i = 1.$$

Also ist

$$\int^i (\log 1-z)^\lambda z^m dz^i = \frac{-1.-2\ldots-\lambda}{1.2\ldots i-1}(-\Delta)^m\left(\frac{1}{i}\right)^{\lambda+1}$$

$$= (-1)^\lambda . \lambda^{\lambda+1-i)}(-\Delta)^m\left(\frac{1}{i}\right)^{\lambda+1}$$

Es ist aber nach §. 7. und §. 6. (A)

$$\frac{(\log 1-z)^\lambda}{1.2\ldots\lambda} =$$

$$(-1)^\lambda\left(\frac{1}{1.2..\lambda}z^\lambda + \frac{\overset{1}{\lambda}}{1.2..\lambda+1}z^{\lambda+1} + \frac{(\lambda\overset{1}{+}1)}{1.2..\lambda+2}z^{\lambda+2} + \frac{(\lambda\overset{2}{+}2)}{1.2..\lambda+3}z^{\lambda+3} + \text{etc.}\right)$$

Dieses mit z^m multiplizirt und imal integrirt, giebt mit Zuziehung des obigen Werthes

$$\frac{\int^i (\log 1-z)^\lambda . z^m dz^i}{1.2\ldots\lambda} = (-1)^\lambda . o^{1-i)}(-\Delta)^m\left(\frac{1}{i}\right)^{\lambda+1} =$$

$$(-1)^\lambda\left[o^{-\lambda)}(m+\lambda)^{-i)} + \overset{1}{\lambda}.o^{-\lambda-1)}(m+\lambda+1)^{-i)} + (\lambda\overset{1}{+}1).o^{-\lambda-2)}(m+\lambda+2)^{-i)} + ..\right]$$

Man hat also beiderseits von $(-1)^\lambda$ die Ausdrücke befreit, im ersteren den Werth der unendlichen Reihe des andern.

§. 12.

Eine allgemeine Gleichung, welche für sich allein alle Eigenschaften der trigonometrischen Funktionen giebt, scheint bis jetzt nicht vollständig benutzt worden zu seyn. Es ist folgende:

$$f(x+y) + f(x-y) = 2fx.fy \quad \ldots (A).$$

in welcher x und y jede für sich willkührlich, also von einander unabhängige Gröfsen, die also die Natur der Funktion f ausdrückt, aus welcher ihre übrigen Eigenschaften sich wie von selbst ergeben.

Ihre Differentiale nach x und y müssen als getrennte Gleichungen für sich bestehen, sie sind

$$f'(x+y) + f'(x-y) = 2f'x \,.\, fy \quad \ldots\ldots (B)$$

$$f(x+y) - f(x-y) = 2fx \,.\, f'y \quad \ldots\ldots (C)$$

Die (B) nach x und (C) nach y differentirt, geben:

$$f''(x+y) + f''(x-y) = 2f''x \,.\, fy \quad \ldots\ldots$$

$$f''(x+y) + f''(x-y) = 2fx \,.\, f''y$$

Diese durch einander dividirt, so folgt

$$1 = \frac{f''x \,.\, fy}{fx \,.\, f''y}$$

oder

$$\frac{f''y}{fy} = \frac{f''x}{fx}$$

d. h. $\frac{f''x}{fx}$ ist beständig, x habe welchen Werth man wolle, oder es ist

$$\frac{f''x}{fx} = c$$

also

$$f''x = cfx \quad \ldots\ldots\ldots (D)$$

Die Gleichungen (B) und (C) subtrahirt und addirt, geben

$$f(x-y) = f'x \,.\, fy - fx \,.\, f'y \quad \ldots\ldots (E)$$

$$f(x+y) = f'x \,.\, fy + fx \,.\, f'y \quad \ldots\ldots (F)$$

welche, abermals nach x oder y differentirt,

$$f'(x-y) = f''xfy - f'xf'y \quad \ldots\ldots (G)$$

$$f'(x+y) = f''xfy + f'xf'y \quad \ldots\ldots (H)$$

mithin in Folge der Gleichung (D)

$$cf(x-y) = cfx \,.\, fy - f'xf'y \quad \ldots\ldots (I)$$

$$cf(x+y) = cfx \,.\, fy + f'xf'y \quad \ldots\ldots (K)$$

geben.

Aus der Gleichung (A) aber folgt, dafs für $y=0$ die $fy=1$, und aus der Gleichung (C), dafs für $y=0$ die $f'y=0$ seyn müsse, welches beides auch aus diesen Gleichungen (I) oder (K) zu ersehen.

Setzt man nun in (I) das $y = x$, so kömmt:

$$c = c f x^2 - f' x^2 \quad \ldots \quad (L)$$

oder

$$f' x = \pm \sqrt[2]{(c . f x^2 - c)} \quad \ldots \quad (M)$$

Die Funktion fx ist also bis auf die willkührliche c völlig bestimmt. Denn da die $f'x$ als Funktion von fx sich ergeben, auch $f''x = cfx$, so sind die Differentiale jeder Ordnung von fx bekannt, so daſs sich diese in eine Reihe entwickeln läſst.

So wie fast jede Ansicht der trigonometrischen Funktionen, so setzt auch diese dieselben in Zusammenhang mit den Exponentialen und logarithmischen. Denn man hat für diese die der obigen ähnlichen Gleichungen

$$f(x + y) = fx . fy$$
$$fx + fy = f(x . y)$$

in welchen ebenfalls y und x von einander unabhängige veränderliche Gröſsen sind. Die Differentiale derselben sowohl nach x als nach y müssen also für sich jede insbesonders statt haben. Demzufolge giebt jede dieser beiden Gleichungen zwei Differentialgleichungen, aus welchen unmittelbar für die erste

$$\frac{f' x}{fx} = \frac{f' y}{fy}$$

und für die andere

$$x f' x = y f' y$$

folgt, daſs also diese Funktionen $\frac{f' x}{fx}$ und $x f' x$ Werthe ihrer Veränderlichen und einer willkührlichen Beständigen gleich zu setzen sind, welches die bekannten Differentiale giebt, wodurch denn auch die Funktionen bestimmt sind, welche den durch die vorgelegten Gleichungen ausgedrückten Eigenschaften entsprechen.

§. 15.

Der Werth der Summe der unendlichen Reihe der reciproken Quadrate der natürlichen Zahlen läſst sich durch ein einfaches, von den bisherigen Methoden ganz verschiedenes und rein analytisches Verfahren finden.

Die bekannte Reihe des Bogens durch die Tangente ausgedrückt

$$z = t - \frac{t^3}{3} + \frac{t^5}{5} - \frac{t^7}{7} + \ldots$$

giebt, wenn man sie quadrirt und die doppelten Produkte der Glieder so ordnet, daſs diejenigen, deren Faktoren gleich entfernte Glieder jener Reihe sind, in einer Reihe gesammelt werden,

$$\left.\begin{array}{l} z^2 = t^2 + \frac{t^6}{3^2} + \frac{t^{10}}{5^2} + \frac{t^{14}}{7^2} + \ldots \\ - 2\left(\frac{t^4}{1.3} + \frac{t^8}{3.5} + \frac{t^{12}}{5.7} + \frac{t^{16}}{7.9} + \ldots\right. \\ + 2\left(\frac{t^6}{1.5} + \frac{t^{10}}{3.7} + \frac{t^{14}}{5.9} + \frac{t^{18}}{7.11} + \ldots\right. \\ - 2\left(\frac{t^8}{1.7} + \frac{t^{12}}{3.9} + \frac{t^{16}}{5.11} + \frac{t^{20}}{7.13} + \ldots\right. \\ + \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \ldots\ldots (1)$$

Man setze $t = 1$, wo dann $z = \frac{\pi}{4}$, also $z^2 = \frac{\pi^2}{16}$, und man hat

$$\left.\begin{array}{l} 1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2} + \ldots\ldots = \ldots\ldots \\ \frac{\pi^2}{16} + 2\left(\frac{1}{1.3} + \frac{1}{3.5} + \frac{1}{5.7} + \frac{1}{7.9} + \ldots\right) \\ \quad - 2\left(\frac{1}{1.5} + \frac{1}{3.7} + \frac{1}{5.9} + \frac{1}{7.11} + \ldots\right) \\ \quad + 2\left(\frac{1}{1.7} + \frac{1}{3.9} + \frac{1}{5.11} + \frac{1}{7.13} + \ldots\right) \\ \quad - \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \ldots\ldots (A)$$

Es kömmt nun darauf an, die Summen der unendlichen Reihen im zweiten Gliede der Gleichung zu finden, welche sehr leicht sich ergeben. Nämlich von der unendlichen Reihe

$$1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \frac{1}{9} + \ldots = S,$$

wo es nicht erforderlich, unter S einen wirklichen Summenausdruck zu verstehen, sondern man darf darunter die identische Reihe selbst denken, subtrahire man eben dieselbe aber erst mit ihrem n + 1 ten Gliede anfangend

$$\frac{1}{2n+1} + \frac{1}{2n+3} + \frac{1}{2n+5} + \ldots = S - 1 - \frac{1}{3} - \frac{1}{5} - \ldots - \frac{1}{2n-1}$$

so bleibt

$$\left. \begin{array}{l} 2n\left(\frac{1}{1.(2n+1)} + \frac{1}{3(2n+3)} + \frac{1}{5(2n+5)} + \frac{1}{7(2n+7)} + \text{etc.}\right) \\ \qquad = 1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \ldots + \frac{1}{2n-1} \end{array} \right\}$$

welches beiderseits mit n dividirt, dann für n die Werthe 1, 2, 3 etc. gesetzt, die obige Reihen und deren Summen giebt, so dafs also

$$\left. \begin{array}{l} 1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2} + \ldots\ldots = \\ \frac{\pi^2}{16} + 1 - \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{3}\right) + \frac{1}{3}\left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5}\right) - \frac{1}{4}\left(1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7}\right) + \ldots \end{array} \right\} . (B)$$

Man multiplizire die allgemeine Reihe für z mit ihrem Differential und integrire das entwickelte Produkt

$$z\,dz = \left(t - \frac{t^3}{3} + \frac{t^5}{5} - \ldots\right)\left(1 - t^2 + t^4 - \ldots\right) dt,$$

so entsteht, da z mit t Null wird,

$$\begin{array}{l} \frac{z^2}{2} = \frac{t^2}{1.2} - \frac{t^4}{3.4} + \frac{t^6}{5.6} - \frac{t^8}{7.8} + \ldots \\ \qquad\qquad\quad - \frac{t^4}{1.4} + \frac{t^6}{3.6} - \frac{t^8}{5.8} + \ldots \\ \qquad\qquad\qquad\qquad + \frac{t^6}{1.6} - \frac{t^8}{3.8} + \ldots \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad - \frac{t^8}{1.8} + \ldots \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad + \ldots \end{array}$$

Beiderseits mit z multiplizirt, folgt

$$t^2 - \frac{1}{2}\left(1+\frac{1}{3}\right)t^4 + \frac{1}{3}\left(1+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\right)t^6 - \frac{1}{4}\left(1+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{7}\right)t^8 + \ldots = z^2$$

und $t = 1$ gesetzt,

$$1 - \frac{1}{2}\left(1+\frac{1}{3}\right) + \frac{1}{3}\left(1+\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\right) - \ldots = \frac{\pi^2}{16}.$$

Die Reihe aber ist identisch mit der obigen in der Gleichung (A), deren hier gefundener Werth also in derselben substituirt, so folgt

$$1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2} + \ldots = \frac{\pi^2}{16} + \frac{\pi^2}{16} = \frac{\pi^2}{8}.$$

Man kann allerdings der Integration von $z\,dz$ ausweichen, wenn man unmittelbar den allgemeinen Ausdruck von z^2 in (1) nach Potenzen von t ordnet, und das Gesetz der Coefficienten nachsucht. Dieses aber tritt am geschwindesten durch die Integration hervor, weswegen diese vorgezogen ist. Uebrigens nimmt auch das Quadrat von z die Gestalt an:

$$z^2 = \left.\begin{array}{l} \frac{t^2}{1} + \frac{t^6}{3^2} + \frac{t^{10}}{5^2} + \frac{t^{14}}{7^2} + \ldots \\ -2\left[t.\frac{t^3}{3} - \left(t-\frac{t^3}{3}\right)\frac{t^5}{5} + \left(t-\frac{t^3}{3}+\frac{t^5}{5}\right)\frac{t^7}{7} - \ldots\right] \end{array}\right\}$$

Also für $t = 1$, da nun der Werth der Reihe der reciproken ungraden Quadratzahlen bekannt, folgt

$$1.\frac{1}{3} - \left(1-\frac{1}{3}\right)\frac{1}{5} + \left(1-\frac{1}{3}+\frac{1}{5}\right)\frac{1}{7} - \ldots = \frac{\pi^2}{32}.$$

Von wiederholten Funktionen.

Von Herrn Tralles. *)

§. 1.

Unter wiederholten Funktionen sind solche zu verstehen, wie fff...fu, wo fu irgend eine Funktion von u, aber f(fu) oder ffu eben die Funktion von fu als diese von u; f(f(fu) oder $\overset{3}{f}u$ eben die Funktion von ffu u. s. w. ist.

Auch bei diesen Funktionen läſst sich die in der transzendenten Mathesis sehr gewöhnliche Ansicht nehmen, um der bestimmten und faſslichen Vorstellung höherer Allgemeinheit zu geben, indem man sich denkt, daſs die Zahl der Wiederholungen keine ganze positive Zahl sey. Die ursprüngliche beschränktere Vorstellung der wirklichen Entstehung solcher Funktionen wird verlassen, und die allgemeine Form des Resultats einer unbestimmtmaligen Wiederholung dafür angenommen, in welcher man sich an die Bedeutung der Gröſse, durch welche sie erhalten worden, nicht bindet, sondern derselben jeden Werth beilegt. Dadurch wird denn eine solche Gröſse wie $\overset{n}{f}u$ eine stetige von n abhängige Funktion, welche, so lange unter n nur ganze positive Zahlen verstanden werden, von einem Werthe zum andern springt.

In

*) Vorgelesen den 1. August 1811.

In der Erklärung der wiederholten Funktionen liegt die Bedingungsgleichung ihrer Entwickelung. Jener zu Folge ist

$$\overset{x+1}{f}u = f.\overset{x}{f}u \text{ und allgemein}$$

$$\overset{x+y}{f}u = \overset{y+x}{f}u = \overset{x}{f}.\overset{y}{f}u = \overset{y}{f}.\overset{x}{f}u$$

Die eintretende Aufgabe ist $\overset{x}{f}u$ zu finden, wenn die Form von fu gegeben ist, x sey was es wolle.

Da aber

$$fu = \overset{1}{f}u = \overset{1+0}{f}u = f.\overset{0}{f}u = \overset{0}{f}.fu$$

so folgt: $\overset{0}{f}u = u$ und $\overset{0}{f}\overset{1}{f}u = \overset{1}{f}u$.

Das $\overset{0}{f}$ verhält sich daher wie die Einheit und ist der Wirkung nach von der Form f unabhängig.

Um den einfachen Fall der Betrachtung nicht zu entziehen, sey

$$\overset{1}{f}u = a + bu$$

so ist $\overset{2}{f}u = a + b\overset{1}{f}u = a + ab + b^2u$,

also allgemein:

$$\overset{x}{f}u = a + ab + ab^2 + \dots + ab^{x-1} + b^x u$$

oder

$$\overset{x}{f}u = a\,\frac{1-b^x}{1-b} + b^x.u$$

§. 2.

Eine sehr allgemeine Form für fu ist irgend eine nach Potenzen von u fortschreitende Reihe, wo dann die Gleichung für die wiederholten Funktionen seyn wird:

$$\overset{x+1}{f}u = \overset{x}{f}u + b(\overset{x}{f}u)^2 + c(\overset{x}{f}u)^3 + \dots \quad (A)$$

die also für $x = 0$ den Werth der angenommenen einfachen Funktionsform

$$fu = u + bu^2 + cu^3 + \dots$$

voraussetzt. Dieser Werth von fu im zweiten Gliede von (A), worin $x = 1$ zu nehmen ist, statt $\overset{1}{f}u$ gesetzt, giebt $\overset{2}{f}u$ in der Form $u + R$, wo R ein nach ganzen positiven Potenzen von u fortschreitender Ausdruck ist, die

Substitution desselben in (A), wenn man zuvor $x = 2$ nimmt, giebt $\overset{3}{f}u$ in ähnlicher Form, wie $\overset{2}{f}u$, so daſs also in so fortgesetzter Substitution erhalten wird

$$\overset{x}{f}u = u + Bu^2 + Cu^3 + Du^4 + \ldots \quad (B)$$

in welcher Gleichung B, C, D etc. als Funktionen von x zu bestimmen sind.

In dieser Absicht substituire man den Werth von $\overset{x}{f}u$ aus (B) in die Gleichung (A), so wird . . . . (C)

$$\begin{array}{llllllll}
\overset{x+1}{f}u = u & + Bu^2 & + Cu^3 & + Du^4 & + Eu^5 & + Fu^6 & + \ldots \\
 & + bu^2 & + 2bBu^3 & + 2bCu^4 & + 2bDu^5 & + 2bEu^6 & + \ldots \\
 & & & + bB^2u^4 & + 2bBCu^5 & + 2bBDu^6 & + \ldots \\
 & & & & & + bC^2u^6 & + \ldots \\
 & & & & & & \ldots \\
 & & + cu^3 & + 3cBu^4 & + 3cCu^5 & + 3cDu^6 & + \ldots \\
 & & & & + 3cB^2u^5 & + 6cBCu^6 & + \ldots \\
 & & & & & + cB^3u^6 & + \ldots \\
 & & & & & & \ldots \\
 & & & + du^4 & + 4dBu^5 & + 4dCu^6 & + \ldots \\
 & & & & & + 6dB^2u^6 & + \ldots \\
 & & & & & & \ldots \\
 & & & & + eu^5 & + 5eBu^6 & + \ldots \\
 & & & & & & \ldots \\
 & & & & & + fu^6 & + \ldots \\
 & & & & & & + \ldots
\end{array}$$

Diese Substitution hat keine Schwierigkeit, und ist nur dargestellt, damit das folgende leichter in die Augen falle.

Da aber die Gleichung (B) für $\overset{x}{f}u$ allgemein seyn soll, so muſs auch aus derselben die $\overset{x+1}{f}u$ erhalten werden, wenn in den Coefficienten B, C, D etc. statt x gesetzt wird $x + 1$, die Werthe, in welche dadurch jene Coefficienten übergehen mit $B_,$, $C_,$, $D_,$ etc. bezeichnet wird

$$\overset{x+1}{f}u = u + A_, u^2 + B_, u^2 + C_, u^3 + \ldots \quad (D)$$

und muſs mit dem vorigen Werth von $\overset{x+1}{f}u$ in (C) identisch seyn. Vergleicht man also die Coefficienten bei denselben Potenzen von u in (C)

und (D), und bemerkt, dafs $B_{,} - B = \Delta B$; $C_{,} - C = \Delta C$ etc. für $\Delta x = 1$, so hat man sichtlich die Gleichungen

$$\Delta B = b$$
$$\Delta C = 2bB + c$$
$$\Delta D = 2bC + bB^2 + 3cB + d$$

u. s. w.

deren Integrale für die Bestimmung von B, C, D etc. so zu nehmen sind, dafs diese Funktionen mit $x = 1$ in b, c, d ... übergehen oder mit x Null werden.

Die erste Gleichung giebt, dieser Bedingung entsprechend,

$$B = bx,$$

diesen Werth von B in der zweiten gesetzt, giebt

$$C = 2b^2 . \frac{x . x - 1}{1 . 2} + cx$$

beide gefundene Werthe in die dritte Gleichung substituirt, so wird durch die Integration erhalten

$$D = 6b^3 \frac{x . x - 1 . x - 2}{1 . 2 . 3} + (5bc + b^3) \frac{x . x - 1}{1 . 2} + dx.$$

Eben so findet man E, F etc., und es ist also, wenn man $\frac{x . x - 1}{1 . 2}$, $\frac{x . x - 1 . x - 2}{1 . 2 . 3}$, etc. mit x_2, x_3 etc. bezeichnet

$$\overset{x}{f}u = u + bx . u^2$$
$$+ (cx + 2b^2 . x_2) u^3$$
$$+ \left\{ \begin{array}{l|l} dx + 5bc & x_2 + 6b^3 . x_3 \\ \quad + b^3 & \end{array} \right\} u^4$$
$$+ \left\{ \begin{array}{l|l|l} ex + 6bd & x_2 + 26b^2c & x_3 + 24b^4 . x_4 \\ \quad + 3c^2 & \quad + 10b^4 & \\ \quad + 5b^2c & & \end{array} \right\} u^5$$
$$+ \left\{ \begin{array}{l|l|l|l} fx + 7be & x_2 + 36b^2d & x^3 + 154b^3c & x_4 + 120b^5 . x_5 \\ \quad + 7cd & \quad + 35bc^2 & \quad + 86b^5 & \\ \quad + 8b^2d & \quad + 71b^3c & & \\ \quad + 7bc^2 & \quad + 8b^5 & & \\ \quad + b^3c & & & \end{array} \right\} u^6$$
$$+ \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad (E)$$

Betrachtet man den gefundenen Werth von $\overset{x}{f}u$ der Form nach, so ist:

$$\overset{x}{f}u = u + \alpha_1 . xu^2 + (\beta_2 . x_2 + \beta_1 . x)\, u^3 + (\gamma_3 . x_3 + \gamma_2 . x_2 + \gamma_1 . x_1)\, u^4 + \ldots$$

wenn $\alpha, \beta, \gamma \ldots$ mit verschiedenen Zahlen bezeichnet, die zu den bestimmten Funktionen $x_1, x_2 \ldots$ und Potenzen von u gehörigen Coefficienten bedeuten, die also durch b, c, d ... und absolut Zahlen bestimmt sind. Will man nun $\overset{x}{f}u$ blos nach $x, x^2, x^3 \ldots$, unabhängig von den Potenzen von u ordnen, so wird:

$$\overset{x}{f}u = u + (\alpha_1 u^2 + \beta_1 u^3 + \gamma_1 u^4 + \ldots) x + (\beta_2 u^3 + \gamma_2 u^4 + \ldots) x_2 + (\gamma_3 u^4 + \delta_3 u^5 + \ldots) x_3 + \ldots$$

Da aber auch allgemein seyn muſs

$$\overset{x}{f}u = \overset{o}{f}u + x . \Delta \overset{o}{f}u + x_2 . \Delta^2 \overset{o}{f}u + x_3 . \Delta^3 \overset{o}{f}u + \ldots,$$

wo sich die Δ auf o beziehen, und $\Delta o = 1$; so folgt aus der Vergleichung dieser beiden Ausdrücke für $\overset{x}{f}u$, da sie identisch seyn müssen, wenn man die Differenzen von $\overset{x}{f}u$ auflöset

$$\alpha_1 u^2 + \beta_1 u^3 + \gamma_1 u^4 + \ldots = \overset{1}{f}u - \overset{o}{f}u$$

$$\beta_2 u^3 + \gamma_2 u^4 + \delta_2 u^5 + \ldots = \overset{2}{f}u - 2\overset{1}{f}u + u$$

$$\gamma_3 u^4 + \delta_3 u^5 + \varepsilon_3 u^6 + \ldots = \overset{3}{f}u - 3\overset{2}{f}u + 3\overset{1}{f}u - u$$

. . . .

Aus diesen folgt, durch Differentiation und nachher $u = o$ gesetzt,

$$\alpha_1 = \frac{d^2 (\overset{1}{f}u - u)}{1 . 2 . du^2} = \frac{d^2 \overset{1}{f}u}{1 . 2 . du^2} = \frac{d^2 \Delta \overset{o}{f}u}{1 . 2 . du^2}$$

$$\beta_1 = \frac{d^3 \overset{1}{f}u}{1 . 2 . 3 du^3} = \frac{d^3 \Delta \overset{o}{f}u}{1 . 2 . 3 du^3}$$

. . . . . .

$$\beta_2 = \frac{d^3 (\overset{2}{f}u - 2\overset{1}{f}u)}{1 . 2 . 3 du^3} = \frac{d^3 . \Delta^2 \overset{o}{f}u}{1 . 2 . 3 du^3}$$

$$\gamma_2 = \frac{d^4 . (\overset{2}{f}u - 2\overset{1}{f}u)}{1 . 2 . 3 . 4 . du^4} = \frac{d^4 . \Delta^2 \overset{o}{f}u}{1 . 2 . 3 . 4 . du^4}$$

. . . .

Also wenn man den Coefficienten von u^m in $\overset{\mu}{f}u$ mit $\overset{\mu}{f}_m$ bezeichnet, so ist:

$$\alpha_1 = \overset{1}{f}_2 - \overset{0}{f}_2;\ \beta_1 = \overset{1}{f}_3 - \overset{0}{f}_3;\ \gamma_1 = \overset{1}{f}_4 - \overset{0}{f}_4,\ \text{etc.}$$

$$\beta_2 = \overset{2}{f}_3 - 2\overset{1}{f}_3 + \overset{0}{f}_3;\ \gamma_2 = \overset{2}{f}_4 - 2\overset{1}{f}_4 + \overset{0}{f}_4;\ \delta_2 = \overset{2}{f}_5 - 2\overset{1}{f}_5 + \overset{0}{f}_5,\ \text{etc.}$$

$$\gamma_3 = \overset{3}{f}_4 - 3\overset{2}{f}_4 + 3\overset{1}{f}_4 - \overset{0}{f}_4;\ \delta_3 = \overset{3}{f}_5 - 3\overset{2}{f}_5 + 3\overset{1}{f}_5 - \overset{0}{f}_5,\ \text{etc.}$$

etc. . . . .

wo zwar, da $\overset{0}{f} = 1$ die $\overset{0}{f}_2$, $\overset{0}{f}_3$ etc. Null, aber der Form wegen beibehalten sind, und damit es sichtlich werde, dafs

$$\alpha_1 = \Delta\overset{0}{f}_2;\ \beta_1 = \Delta\overset{0}{f}_3;\ \gamma_1 = \Delta\overset{0}{f}_4,\ \text{etc.}$$

$$\beta_2 = \Delta^2\overset{0}{f}_3;\ \gamma_2 = \Delta^2\overset{0}{f}_4;\ \delta_2 = \Delta^2\overset{0}{f}_4,\ \text{etc.}$$

$$\gamma_3 = \Delta^3\overset{0}{f}_4;\ \delta_3 = \Delta^3\overset{0}{f}_5;\ \varepsilon_2 = \Delta^3\overset{0}{f}_5,\ \text{etc.}$$

. . . .

also

$$\begin{aligned}\overset{x}{f}u = u &+ x\Delta\overset{0}{f}_2 . u^2 \\ &+ (x.\Delta\overset{0}{f}_3 + x_2.\Delta^2\overset{0}{f}_3)\, u^3 \\ &+ (x.\Delta\overset{0}{f}_4 + x_2.\Delta^2\overset{0}{f}_4 + x_3.\Delta^3\overset{0}{f}_4)\, u^4 \\ &+ \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (F)\end{aligned}$$

Diese Gleichung zeigt also das Gesetz, die oben durch Integrationen erhaltenen Coefficienten der Potenzen von u, und wie dieselben unmittelbar gefunden werden können. Auch läfst sich diese Gleichung selbst als unabhängig von der ersten Entwickelung von fu aus der ihr folgenden Betrachtung abgeleitet ansehen.

In dem besondern Falle, wo die Coefficienten b, c, d etc. der gegebenen Form für $\overset{x+1}{f}u$ der Einheit gleich sind, also

$$\overset{x+1}{f}u = \overset{x}{f}u + (\overset{x}{f}u)^2 + (\overset{x}{f}u)^3 + \ldots$$

wird dieselbe, in der Voraussetzung, der Reihenausdruck schreite unendlich fort,

$$\overset{x+1}{f}u = \frac{\overset{x}{f}u}{1 - \overset{x}{f}u}$$

Diese Gleichung aber giebt

$$\overset{1}{f}u = \frac{u}{1-u};\ \overset{2}{f}u = \frac{u}{1-2u};\ \overset{3}{f}u = \frac{u}{1-3u},\ \text{etc.}$$

allgemein:

$$\overset{x}{f}u = \frac{u}{1-xu}.$$

also

$$\overset{x}{f}u = u + x.u^2 + x^2.u^3 + x^3.u^4 + \ldots$$

Es ist aber, für $\Delta o = 1$,

$$x^m = o^m + x.\Delta.o^m + x_2.\Delta^2.o^m + x_3.\Delta^3.o^m + \ldots$$

Substituirt man für m gleich 1, 2, 3 ... die Werthe von $x, x^2, x^3 \ldots$ in dieser Form, so wird

$$\begin{aligned}\overset{x}{f}u = u &+ x_1.\Delta o.u^2 \\ &+ (x_1.\Delta.o^2 + x_2.\Delta^2.o^2)\,u^3 \\ &+ (x_1.\Delta.o^3 + x_2.\Delta^2.o^3 + x_3.\Delta^3.o^3)\,u^4 \\ &+ \ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

also ist in diesem Falle der Coefficient von $x_\lambda . u^\mu$,

$$\Delta^\lambda.\overset{o}{f}_\mu = \Delta^\lambda.o^{\mu-1}$$

Hieraus erhellt auch im Allgemeinen der Gesammtwerth der absoluten oder Zahl-Coefficienten in der obigen Gleichung (E) für jeden mit willkührlichen Werthen von b, c, d ... gegebenen Ausdruck der gesetzten Form von $\overset{x+1}{f}$ in $\overset{x}{f}$. Zugleich geht hervor, daſs die sich folgenden Differenzen der Potenzen der Zahlen in natürlicher Ordnung von o an, Summen sind von Zahlen eigenthümlicher Natur, welche sich durch die Wiederholungen der Funktion ergeben, wenn als Wiederholungszahlen ganze positive angenommen werden.

Es kann nicht unbemerkt geblieben seyn, daſs die Entwickelung von $\overset{x}{f}u$ aus der zwischen $\overset{x+1}{f}u$ und $\overset{x}{f}u$ gegebenen Gleichung die Integration derselben als eine endliche Differenzgleichung betrachtet, also das Resultat ihr vollständiges Integral ist.

In der That, wird y_x statt $\overset{x}{f}u$ geschrieben, so ist die behandelte Gleichung einerlei mit folgender

$$y_{x+1} = y_x + by_x^2 + cy_x^3 + \ldots.$$

in welcher, für $x = 0$ das $y_0 = u$ gesetzt, diese Gröfse als die willkührliche Beständige angenommen wird, und y_x erscheint dann, nach der obigen Behandlung, als eine nach Potenzen jener Willkührlichen fortschreitende Funktion von x.

In jener Gleichung aber sind die Gröfsen b, c, d ... von x unabhängig, wenn sie aber auch gegebene Funktionen von x wären, so läfst sich doch y_x auf dieselbe Weise finden wie zuvor. Denn man sieht leicht ein, dafs auch unter dieser letztern Voraussetzung die obigen Formen (B), (C), (D) für y_x und y_{x+1} bestehen, nur sind so wie b, c, d ... noch B, C, D ... Funktionen von x, und die obigen noch in der Form gültigen Gleichungen

$$\Delta B = b$$
$$\Delta C = 2bB + c$$
u. s. w.

geben nun

$$B = \Sigma b_x + k,$$
$$C = 2\Sigma(b_x \Sigma b_x) + \Sigma c_x + k_1 x + k_2$$
u. s. w.

wo k_1, k_2 ... statt der gehörigen Konstanten stehen. Obwohl aber die Integration der vorgegebenen Gleichung für b, c, d ... veränderlich, so wie wenn sie beständig sind, statt hat, so ist doch nur in diesem Falle die gefundene Funktion eine wiederholte, wie aus den sich folgenden Werthen der y erhellt, welche, im Falle b, c, d ... Funktionen von x sind, für $x = 1$, $x = 2$ etc. seyn werden

$$y_1 = y_0 + b_0 y_0^2 + c_0 y_0^3 +$$
$$y_2 = y_0 + b_0 y_0^2 + \ldots + b_1 (y_0 + b_0 y_0^2 + \ldots)^2 + c_1 (y_0 + b_0 y_0^2 \ldots)^3 +$$
u. s. w.

wo also wegen der Gröfsenverschiedenheit von b_0, b_1 ... c_0, c_1 ... das y_2 nicht dieselbe Funktion von y_1 ist, als y_1 von y_0 u. s. w.

§. 3.

Die Form des Endresultats der wiederholten Funktion $\overset{x}{f}u$, oder wie sie auch im Allgemeinen zufolge des obigen bezeichnet werden kann, y_x,

ändert sich, wenn die oben gegebene Gleichung zwischen y_{x+1} und y_x im ersten Gliede einen beständigen Coefficienten a hat, oder $a y_x$ statt y_x gesetzt wird; doch läſst sich dasselbige Verfahren gebrauchen.

Es werde also die Gleichung

$$y_{x+1} = a y_x + b y_x^2 + c y_x^3 + \dots$$

angenommen, so ist für $x = 0$

$$y_1 = au + bu^2 + cu^3 + \dots$$

dieses statt y_x in die allgemeine Gleichung gesetzt, giebt y_2, woraus eben so y_3 etc. folgt, und also für y_x der Form nach die Gleichung

$$y_x = Au + Bu^2 + Cu^3 + \dots$$

entsteht, welche in die angenommene Gleichung für y_{x+1} gesetzt, giebt

$$\begin{aligned} y_{x+1} = aA.u &+ aB.u^2 + aC.u^3 + aD.u^4 + \dots \\ &+ b.A^2.u^2 + 2bAB.u^3 + 2bAC.u^4 + \dots \\ &\qquad\qquad\qquad + bB^2.u^4 + \dots \\ &\qquad\qquad + c.A^3.u^3 + 3cA^2B.u^4 + \dots \\ &\qquad\qquad\qquad + dA^4.u^4 + \dots \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad + \dots \end{aligned}$$

alles dem ähnlich, wie es oben für $a = 1$ sich ergab. Da nun aber auch

$$y_{x+1} = A_1 u + B_1.u^2 + C_1 u^3 + \dots,$$

worin A_1, B_1, C_1 ... eben die Funktionen von $x + 1$ sind, als A, B, C ... in y_x von x, so hat man nun die entstehenden Gleichungen

$$A_1 - aA = 0$$
$$B_1 - aB - bA^2 = 0$$
$$C_1 - aC - 2bAB - cA^3 = 0$$
$$\dots\dots\dots\dots$$

zu integriren, so daſs A, B, C ... mit $x = 1$ die Werthe a, b, c ... erhalten, oder A mit $x = 0$ gleich 1 wird, B, C ... aber Null.

Diese Differenzgleichungen sind insgesammt linear, und, irgend einen der zu suchenden Coefficienten A, B, C ... mit z_x bezeichnet, der Form

$$z_{x+1} = a z_x + r,$$

wo r eine gegebene Funktion von x ist, durch die schon gefundenen Coefficienten bestimmt; nur wenn z_x das A bedeutet, ist $r = 0$.

In-

Im allgemeinen ist das Integral jener Gleichung bekanntlich

$$z_x = a^x \left[\Sigma\left(\frac{r}{a^{x+1}}\right) + K\right]$$

worin K die Beständige ist, welche sich erst bestimmen läſst, nachdem das Integral von $\frac{r}{a^{x+1}}$ entwickelt ist.

Nun ist für $z_x = A$, $r = o$, und A soll gleich 1 werden mit $x = o$; also wird

$$A = a^x K = a^x.$$

Um B zu finden, ist $r = b A^2 = b a^{2x}$ zu setzen. Also

$$B = a^x \left(\Sigma \frac{b a^{2x}}{a^{x+1}} . + K\right),$$

mithin

$$B = a^x \left(\frac{b}{a} \frac{a^x}{a-1} + K\right),$$

und da B mit x Null werden muſs, so ist dem K nur der Werth zu geben, welchen die unter dem Σ befindliche Funktion angenommen hat, indem man in derselben $x = o$ setzt, und sie mit entgegengesetzten Zeichen nimmt, also wird

$$B = a^x \left(\frac{b}{a} \frac{a^x}{a-1} - \frac{b}{a} \frac{1}{a-1}\right)$$

oder

$$B = \frac{b . a^x (a^x - 1)}{a . (a-1)}$$

Eben so finden sich weiter die Coefficienten C, D, E.... Die Werthe derselben in der y^x zukommenden Form substituirt, so wird

$$y_x = \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$$a^x u + \frac{b}{a}\frac{a^x-1}{a-1}a^x u^2 + \left\{\frac{c}{a}\frac{a^{2x}-1}{a^2-1} + \frac{b^2}{a^2.(a-1)}\left\{\begin{matrix}\frac{a^{2x}-1}{a^2-1}.2\\ -\frac{a^x-1}{a-1}.2\end{matrix}\right\}\right\} a^x u^3$$

$$+\left\{\frac{d}{a}\frac{a^{3x}-1}{a^3-1} + \frac{bc}{a^2(a^2-1)}\left\{\begin{matrix}\frac{a^{3x}-1}{a^3-1}(3a+5)\\ -\frac{a^{2x}-1}{a^2-1}(3a+3)\\ -\frac{a^x-1}{a-1}.2\end{matrix}\right\} + \frac{b^3}{a^3(a-1)(a^2-1)}\left\{\begin{matrix}\frac{a^{3x}-1}{a^3-1}(a+5)\\ -\frac{a^{2x}-1}{a^2-1}(6a+6)\\ +\frac{a^x-1}{a-1}(5a+1)\end{matrix}\right\}\right\} a^x u^4$$

$$+\left\{\begin{matrix}\frac{e}{a}\frac{a^{4x}-1}{a^4-1} + \frac{bd}{a^2(a^3-1)}\left\{\begin{matrix}\frac{a^{4x}-1}{a^4-1}(4a^2+4a+6)\\ -\frac{a^{3x}-1}{a^3-1}(4a^2+4a+4)\\ -\frac{a^x-1}{a-1}.2\end{matrix}\right\} + \frac{c^2}{a^2(a^2-1)}\left\{\begin{matrix}\frac{a^{4x}-1}{a^4-1}.3\\ -\frac{a^{3x}-1}{a-1}.3\end{matrix}\right\}\\ + \frac{b^2c}{a^3(a^2-1)(a^3-1)}\left\{\begin{matrix}\frac{a^{4x}-1}{a^4-1}(3a^3+14a^2+20a+21)\\ -\frac{a^{3x}-1}{a^3-1}(12a^4+32a^2+32a+20)\\ +\frac{a^{2x}-1}{a^2-1}(9a^3+6a^2+6a-3)\\ -\frac{a^x-1}{a-1}(12a^2+6a+2)\end{matrix}\right\} + \frac{b^4}{a^4(a-1)(a^2-1)(a^3-1)}\left\{\begin{matrix}\frac{a^{4x}-1}{a^4-1}(4a^2+6a+14)\\ -\frac{a^{3x}-1}{a^3-1}(4a^3+24a^2+24a+20)\\ +\frac{a^{2x}-1}{a^2-1}(18a^3+24a^2+24a+6)\\ -\frac{a^x-1}{a-1}(14a^3+4a^2+6a)\end{matrix}\right\}\end{matrix}\right\} a^x u^5$$

$$+ \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot$$

Die Coefficienten lassen sich anders formen und ordnen, sie sind hier so gestellt, daſs sich leicht übersehen läſst, wie insgesammt alle Glieder derselben bis auf das erste eines jeden wegfallen, wenn $x = 1$ gesetzt wird; eine Bedingung, welcher sie entsprechen müssen, obwohl sie so bestimmt

worden, daſs sie vollständig, den ersten ausgeschlossen, mit x zugleich Null werden. Es sind also die Zahlcoefficienten gleicher Potenzen von a, die einem gemeinschaftlichen Faktor in b, c ... zugehören, wenn das Zeichen vor dem $\frac{a^{\mu x}-1}{a^{\mu}-1}$, bei welchem sie stehen, berücksichtiget wird, zusammen stets Null, da die Gröſsen $\frac{a^{\mu x}-1}{a^{\mu}-1}$ für $x=1$ selbst Eins werden. Uebrigens sind die Verbindungen der allgemeinern Faktoren aus den Gröſsen b, c, d ... alle einerlei mit denen in der allgemeinen Formel im vorigen (§. 2.), wo a = 1 war. Auch muſs diese Formel für y, in die oben gefundene übergehen, wenn hier a = 1 gesetzt wird. Dies ist freilich nicht unmittelbar klar, indem a = 1 genommen, die Coefficienten selbst unendlich zu werden scheinen, indessen gehen die Glieder zu denselben Faktor aus b, c, d ... gehörig, zusammen unter einerlei Nenner gebracht, in Brüche der unbestimmten Form $\frac{0}{0}$ über. Bevor also a = 1 gesetzt wird, hat man es als eine veränderliche Gröſse zu betrachten, x aber als beständig, und in dieser Voraussetzung Zähler und Nenner der Brüche so oft zu differentiren, als es die Zahl der Faktoren, welche mit a = 1 Null werden, erfordert, um den wirklichen Werth derselben zu erhalten.

Nimmt man an, es sey

$$y_{x+1} = (1 + y_x)^n - 1;$$

so ist, für $y_0 = u$,

$$y_1 = (1 + u)^n - 1$$

also

$$y_2 = (1 + y_1)^n - 1 = [(1+u)^n]^n - 1 = (1+u)^{n^2} - 1$$

$$y_3 = (1 + y_2)^n - 1 = [(1+u)^{n^2}]^n - 1 = (1+u)^{n^3} - 1$$

u. s. w.

daher

$$y_x = (1 + u)^{n^x} - 1,$$

oder entwickelt

$$y_x = n^x . u + \frac{n^x - 1}{2} n^x u^2 + \frac{(n^x - 1)(n^x - 2)}{2 . 3} n^x . u^3 + \ldots$$

Die gegebene Gleichung aber in entwickelter Gestalt ist

$$y_{x+1} = n \cdot y_x + \frac{n \cdot n-1}{1 \cdot 2} y_x^2 + \frac{n \cdot n-1 \cdot n-2}{1 \cdot 2 \cdot 3} y_x^3 + \ldots$$

Von dieser ist also die vorhergehende das vollständige Integral oder die nach der gegebenen Form x mal wiederholte Funktion.

Setzt man also a statt n, und in dem obigen allgemeinen Ausdruck von y_x,

$$b = \frac{a \cdot a-1}{1 \cdot 2},\ c = \frac{a \cdot a-1 \cdot a-2}{1 \cdot 2 \cdot 3},\ \text{u. s. w.},$$

so muſs derselbe durch die Substitution dieser Gröſsen übergehen in

$$y_x = a^x u + \frac{a^x-1}{2} a^x u^2 + \frac{a^x-1 \cdot a^x-2}{2 \cdot 3} a^x u^3 + \ldots,$$

also heben sich dann in den Coefficienten alle a, die im Potenzexponenten nicht x haben, von selbst auf, und jeder Coefficient von $a^{\mu x}$, wenn alle die im allgemeinen Ausdruck unter demselben $a^x u^\nu$ begriffen sind, zusammengezogen werden, muſs in eine bloſse Zahl übergehen, mithin auch ein jeder Coefficient von $a^{\mu x}-1$, weil dieses mit $a^{\mu x}$ in dieselben algebraischen Funktionen von a multiplizirt wird, welche also zusammen einen Bruch bilden, dessen Zähler und Nenner aus denselben algebraischen Faktoren bestehen.

Den Quotienten dieses Bruches erhält man aus den vorliegenden besondern Fall, aber auch die allgemeine Formel giebt denselben ohne Schwierigkeit. Denn da man weiſs, daſs derselbe von a unabhängig ist, so kann man in der Formel nur $a = 0$ setzen, also $\frac{b}{a} = -\frac{1}{2}$, $\frac{c}{a} = \frac{1}{3}$, $\frac{d}{a} = -\frac{1}{4}$ u. s. w., aber das a^x und die $a^{\mu x}$, also die $a^{\mu x}-1$ in derselben müssen ungeändert bleiben. Diese Vergleichung der Coefficienten im Allgemeinen mit denen des besondern Falls soll blos dienen, um einige Eigenschaften jener bemerklich zu machen, da eine vollständigere Erörterung derselben hier nicht beabsichtiget wird.

Dieselbe Methode, welche gedient hat, die x mal wiederholte Funktion y_x nach dem Gesetze gebildet, daſs

$$y_{x+1} = a y_x + b y_x^2 + c y_x^3 + \ldots$$

also das Integral dieser Gleichung zu finden, hat auch noch ihre Anwendung, wenn a, b, c ... veränderlich und gegebene Funktionen von x sind.



Nur gehört die Funktion nicht zu den wiederholten, da bei der Formung jeder folgenden aus der vorhergehenden Funktion die Coefficienten sich ändern, indessen stehen beide Arten doch in Analogie. Es ist leicht zu sehen, dass auch hier ähnlich wie im ersten Falle bei beständigen Coefficienten

$$y_x = Au + Bu^2 + Cu^3 + \ldots$$

seyn werde, also wird auch y_{x+1} in Folge der gegebenen Gleichung vollkommen den Inhalt und die Form annehmen, welche es hatte, da a, b, c... beständig waren. Man hat also auch die nämlichen Gleichungen zur Bestimmung von A, B, C..., wenn man den entstandenen Werth von y_{x+1} mit den formalen

$$y_{x+1} = A_1 . u + B_1 . u^2 + C_1 . u^3 + \ldots$$

vergleicht, nämlich

$$A_1 = aA; \; B_1 = aB + bA^2; \text{ u. s. w.}$$

aber in diesen Gleichungen sind a, b, c ... gegebene Funktionen von x, also hat man im Allgemeinen zwar Lineargleichungen der Form

$$z_{x+1} = Xz_x + B$$

wie oben, aber mit veränderlichen Coefficienten zu integriren, so dass, wenn z nicht A bedeutet, z_x mit x Null wird. Es können daher, so lange die Form der Funktionen a, b, c ... unbestimmt bleibet, auch nur die Werthe von A, B, C... in bekannten formalen Ausdrücken von z_x aus voriger Gleichung substituirt werden. Nichts desto weniger ist die Gleichung als vollständig integrirt zu betrachten, da sie in Folge dieser Substitutionen auf die blosse Ausführung von Summationen zurückgeführt ist.

§. 4.

Um die allgemeinen Formeln auf besondere Fälle anzuwenden, hat man nur nöthig, die dann bestimmten Werthe von b, c ... zu substituiren.

Es sey $y_{x+1} = \log(1 + y_x)$

oder $y_{x+1} = y_x - \frac{y_x^2}{2} + \frac{y_x^3}{3} \ldots$

und für x = 0, y = u, so hat man also in den allgemeinen Resultaten (§. 2.)

$b = -\frac{1}{2}; \; c = \frac{1}{3}; \ldots$ und es wird also

$$\overset{x}{f}u = u - x\frac{u^2}{2} + (3x_2 + 2x)\frac{u^3}{1.2.3} +$$

$$- (18x_3 + 23x_2 + 6x)\frac{u^4}{1.2.3.4} + (180x_4 + 335x_3 + 180x_2 + 2x)\frac{u^5}{1.2..5} \text{ etc.}$$

In diesem Fall ist für die Bedeutung

$$fu = \log(1 + u)$$

$$\overset{2}{f}u = \log[1 + \log(1 + u)]$$

$$\overset{3}{f}u = \log[1 + \log[1 + \log(1 + u)]]$$

u. s. f.

Man kann also die Funktionen $\overset{x}{f}u$ für x eine ganze Zahl leicht aus den logarithmischen Tafeln haben, und wenn $\overset{x}{f}u$ eine ganze Zahl und ein Bruch, da dies gleich $\overset{\mu:m}{f}.\overset{n}{f}u$ ist, zuerst $\overset{n}{f}u$ aus den Tafeln nehmen, und dann, wenn dies $= 1 + \lambda$ gefunden wird, noch $\overset{\mu:m}{f}.\lambda$ nach den Formeln berechnen. Denn es läſst sich leicht sehn, daſs dieselbe für jeden Werth von x und u schnell convergirt. Da man hier die Werthe $\overset{n}{f}u$ für ganze Zahlen unmittelbar leicht aus den Tafeln haben kann, so tritt der Fall ein, wo die gewöhnliche Interpolationsformel leicht Anwendung findet.

Diese Formeln stellen, wie es der Natur der Sache gemäſs ist, die Logarithmen mit den Zahlen der Logarithmen in einen Funktionszusammenhang. Die erste negative Funktion von u oder $\overset{-1}{f}u$ giebt die Natur der Form f schon zu erkennen. Nämlich da $fu = \log(1 + u)$, $\overset{0}{f}u$ aber, oder $\overset{1}{f}\overset{-1}{f}u$ allgemein gleich u, so ist in diesem Fall

$$\log(1 + \overset{-1}{f}u) = u$$

also

$$1 + \overset{-1}{f}u = e^u \text{ und } \overset{-1}{f}u = e^u - 1.$$

Und in der That, wenn man in der für $\overset{x}{f}u$ gegebenen Formel $x = -1$ setzt, so wird

$$x_3 = -1;\ x_2 = 1;\ x_1 = -1 \text{ u. s. w.,}$$

und man erhält:

$$\overset{-1}{f}u = u + \frac{u^2}{1.2} + \frac{u^3}{1.2.3} + \ldots$$

d. i. den Ausdruck für $e^u - 1$. So wird auch $\overset{-2}{f}u$ der Werth von $e^{e^u - 1} - 1$ seyn u. s. w.

Es bezieht sich die behandelte Gleichung auf natürliche Logarithmen. Für die gemeinen wäre die Gleichung $y_{x+1} = m \log (1 + y_x)$, wo m die Zahl 0,43429 ..., und sie müfste nach der andern Formel (§. 3.) behandelt werden.

§. 5.

Wenn in der allgemeinen Gleichung, wo Δy durch beständige Coefficienten und Potenzen von y gegeben ist, mehrere derselben Null sind, so hat dies keinen Einfluss auf die Bestimmung des Endresultats für y_x. Man darf also nur in den gefundenen Werthen von B, C etc. diejenigen der Coefficienten b, c etc., welche Null sind, auch so setzen, und erhält dann blos die dem gegebenen Fall angemessenen. Allein es lassen sich auch besondere Formeln dafür unmittelbar angeben. Der Fall, wo:

$$y_{x+1} = y_x + c_3 y_x^3 + c_5 y_x^5 + c_7 y_x^7 + \ldots$$

verdient besonders Berücksichtigung, weil für denselben schon vorhandene Tafeln sonst durch Weitläuftigkeit beschwerliche Rechnung mit diesen Funktionen sehr erleichtern.

Indessen bedarf es der Wiederholung der Ableitung nicht, deren Resultat ist

$$y_x = \ldots\ldots\ldots$$

$$x + c_3 x . u^3 + (c_5 x + 5 c_3^2 . x_2)\, u^5 + \left\{ \begin{array}{l|l} c_7 x + 8 c_3 c_5 & x_2 + 15 c_3^3 \\ \quad + 3 c_3^3 & \end{array} \right\} u^7$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l|l|l} c_9 x + 10 c_3 c_7 & x_2 + 71 c_3^2 c_5 & x_3 + 105 c_3^4 . x_4 \\ \quad + 5 c_5 c_5 & \quad + 51 c_3^4 & \\ \quad + 16 c_3^2 c_5 & & \\ \quad + c_3^4 & & \end{array} \right\} u^9$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l|l|l|l} c_{11} x + 12 c_3 c_9 & x_2 + 105 c_3^2 c_7 & x_3 + 744 c_3^3 c_5 & x_4 + 945 c_3^5 . x_5 \\ \quad + 12 c_5 c_7 & \quad + 201 c_3 c_5^2 & \quad + 774 c_3^5 & \\ \quad + 27 c_3^2 c_7 & \quad + 393 c_3^3 c_5 & & \\ \quad + 23 c_3 c_5^2 & \quad + 102 c_3^5 & & \\ \quad + 19 c_3^3 c_5 & & & \end{array} \right\} u^{11}$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Nimmt man die bestimmte Gleichung

$$y_{x+1} = \sin y_x$$

also

$$y_{x+1} = y_x - \frac{y_x^3}{1.2.3} + \frac{y_x^5}{1\ldots5} - \ldots$$

so hat man in die vorigen Formeln zu setzen

$$c_3 = \frac{1}{1.2.3},\; c_5 = \frac{1}{1.2.3.4.5},\; c_7 = \frac{1}{1\ldots7},\; \ldots$$

und erhält alsdenn

$$\overset{x}{f}u = \overset{x}{\sin}u = \ldots$$

$$= \begin{cases} u - x_1 \cdot \frac{u^3}{1.2.3} + (10x_2 + x_1)\frac{u^5}{1.2\ldots5} - (350x_3 + 126x_2 + x)\frac{u^7}{1\ldots7} \\ \quad + (2900x_4 + 20244x_3 + 1870x_2 + x)\frac{u^9}{1\ldots9} - \end{cases}$$

Da für $x = 1$, $x_1 = 1$ und alle folgenden x_2, x_3 ... gleich Null, so ist die Formel in diesem Fall die, von welcher man ausging, nämlich sin u. Für $x = 2$ wird $x_2 = 1$; und x_3, x_4 ... werden Null.

Es ist nicht nöthig, u grösser als 1,5727 ... anzunehmen. Indessen so lange x eine ganze positive Zahl, wird man bequem die wiederholte Funktion $\overset{x}{\sin}u$ durch die Tafeln finden, besonders wenn statt den Graden, nach denen die Sinusse folgen, der Werth der Bogen in Theilen des Halbmessers als Einheit angegeben wären. Die Dezimalsinustafeln erfüllen fast diese Erfordernifs.

Allein $\overset{x}{\sin}u$ für x einen Bruch zu suchen, reichen die Tafeln allein nicht mehr hin, und man ist genöthiget, zur Formel zurückzukehren. Wenn also $\overset{x}{\sin}u = \overset{m+(\mu:n)}{\sin}.\,u$, so darf man nur zuerst $\overset{m}{\sin}u$, wo m ganze Zahl, aus den Tafeln nehmen, findet sich derselbe gleich σ, so nimmt man noch $\overset{\mu:n}{\sin}\sigma$ nach der Formel, $\frac{\mu}{n}$ sey ein positiver oder negativer Bruch, wo der Vortheil entsteht, dafs $\frac{\mu}{n}$ nicht über $\frac{1}{2}$, und σ um so kleiner wird, je gröfser m, im Falle m positiv.

Auch im Falle wo m negativ, dienen die Tafeln zur Berechnung von $\overset{x}{\sin}u$.

Denn

Denn für $x = -1$ geht die allgemeine Formel für $\overset{x}{\sin} u = \overset{-1}{\sin} u$ über in die Reihe

$$\overset{-1}{\sin} u = u + \frac{1}{1.2.3} u^3 + \frac{1.1.3.3}{1.2.3.4.5} u^5 + \frac{1.1.3.3.5.5}{1 \dots 7} u^7 + \dots$$

wird also zum Bogen, dessen Sinus u.

In der That, da $\sin \overset{-1}{\sin} u = \overset{0}{\sin} u = u$, so wird

$$\overset{-1}{\sin} u = \text{Arc.} \sin u.$$

Da nun auch

$$\overset{-2}{\sin} u = \overset{-1}{\sin} (\overset{-1}{\sin} u) = A . \sin (A . \sin . u)$$

der Bogen, dessen Sinus der Bogen des vorigen $A . \sin u$ ist, u. s. w., so sieht man leicht, daſs wenn u so groſs ist, daſs $\overset{-m}{\sin} u > 1$, alsdenn $\overset{-m-1}{\sin} u$ unmöglich ist, weil letzteres den Bogen zu einem Sinus gröſser als 1 angeben sollte. Die Formel für $\overset{x}{\sin} u$ deutet dies auch an, denn sie hat für x negativ lauter positive Coefficienten, und wird daher divergent, wenn u oder x, oder beide vereint, die Grenzen der möglichen Voraussetzung überschreiten.

Ich halte mich nicht auf, zu zeigen, wie die Tafeln möglichen Falles zu der Berechnung negativ wiederholter Funktionen dienen können.

Man hat also in dieser Form $\overset{x}{\sin} u = y$ eine solche, welche für ein bestimmtes u stets mögliche Werthe hat, die mit stets zunehmendem x kleiner werden können, als jede Gröſse, für negative x hingegen über eine gewisse Grenze hinaus unmöglich sind. Dieser Fall tritt nicht selten bei Naturphänomenen ein, wo diese Funktionsform also für Interpolation beachtet zu werden verdient, da sie überdem unendlich verschiedener Grade im Gesetze der Zu- und Abnahme mit der Aenderung von x fähig, und nicht wie die gemeine algebraische Form für jeden Werth von x einen reellen Werth für y giebt. Man kann aber zum Behuf der Interpolation sehr wohl eine Form annehmen, wie

$$y = A + Bx + \dots + a \overset{\alpha x^{\nu}}{\sin} v + b \overset{\beta x^{\nu}}{\sin} w + \dots,$$

wo die Constanten nach Umständen, welche man will, seyn können. Nichts hindert aber a, b ..., selbst v und w als Funktionen von x zu nehmen. Ueberhaupt aber kann man mit Zuziehung dieser transcendenten Funktion

$\overset{x}{\sin}\, u$ und anderer ähnlicher Natur, noch alle die algebraischen Verbindungen derselben unter sich und mit der Hauptveränderlichen vereinen, welche gestatten, in vorgegebenen Fällen die beständigen Gröſsen zu bestimmen, um den gegebenen Werthen zu genügen.

Nimmt man die Gleichung

$$y_{x+1} = y_x - \frac{y_x^3}{3} + \frac{y_x^5}{5} - \frac{y_x^7}{7} + \dots$$

und substituirt derselben gemäſs in die allgemeine Formel statt $c_3, c_5, c_7 \dots$ die Zahlenwerthe $-\frac{1}{3}, +\frac{1}{5}, -\frac{1}{7}, \dots$ so erhält man

$$\overset{x}{f}u = u - 2x \cdot \frac{u^3}{1.2.3} + (40x_2 + 24x)\frac{u^5}{1.2.3.4.5}$$
$$-(2800x_3 + 3248x_2 + 720x)\frac{u^7}{1\dots7} + \dots$$

Hier ist $\overset{x}{f}u = (\overset{x}{\text{Arc}}.\text{tang})\, u = \overset{-x}{\text{tang}}.u$,
und für x negativ

$$\overset{-x}{f}u = (\text{tang}\overset{x}{\ }\text{Arc})\, u = (\overset{-x}{\text{Arc}}.\text{tang})\, u = \overset{x}{\text{tang}}\, u.$$

Setzt man $x = -1$, so wird zufolge der Formel für $\overset{x}{f}u$,

$$\overset{-1}{f}u = u + \frac{u^3}{1.2.3} + \frac{2u^5}{1\dots5} + \frac{17u^7}{1\dots7} + \dots$$

also gleich (tang Arc) u, oder wie man gewöhnlich schreibt, tang u.

Die Reihe für $\overset{x}{f}u$ convergirt bekanntlich schon langsam für $x = 1$, wenn u nicht klein genug ist. Allein die vorhandenen Tafeln heben diese Schwierigkeit, weil man, wenn u zu groſs ist, statt $\overset{x}{f}u$ setzen kann $f.f.fu$, wo m eine ganze Zahl, also sich $\overset{m}{f}u$ vermittelst den Tafeln, hiervon das $\overset{x}{f}$ vermittelst der Formel oder gewöhnlichen Interpolationsmethoden nehmen läſst. Dann geben wieder die Tafeln umgekehrt von dieser Gröſse das f.

Für die positiven Werthe von x nimmt $\overset{x}{f}u$, wie groſs auch u, ungemein schnell ab, allein wird nie Null, wie groſs auch x. Für negative Werthe von x hingegen wächst $\overset{x}{f}u$, wie klein auch u, doch sehr schnell, und

es geschieht dann, dafs die folgenden Werthe nicht positiv bleiben, sondern negativ werden, allein mit einem zwischenliegenden doppelten unendlichen positiven und negativen Werth. Uebrigens verdienen diese eigenthümlichen Gröfsenarten allerdings eine nähere Betrachtung, da sie hier nur beiläufig als besondere Fälle der allgemeineren Ansicht vorgestellt worden sind. Die Formen $y_{x+1} = a . \sin . y_x$ oder $y_{x+1} = a . \overset{-1}{\text{tang}} . y_x$ geben nach der zweiten allgemeinen Formel (§. 3.) die Entwickelung von y_x als Funktion von x und u.

Was aber Beispielsweise bei diesen Funktionen gezeigt worden, dafs in derselbigen Formel, sowohl der Ausdruck des Sinus oder der Tangente durch den Bogen, als auch der umgekehrte des Bogens, nämlich durch seinen Sinus oder dessen Tangente sich findet, ist als eine Eigenschaft der allgemeinen Formeln nicht zu übersehen, da diese die Umkehrung der Reihen als einzelnen Fall in sich begreifen.

Denn man setze, es sey

$$r = au + bu^2 + cu^3 + \ldots,$$

so kann man den Ausdruck in u als eine Funktion von u betrachten, also $r = fu = \overset{1}{f}u$ setzen. Sucht man also die wiederholte Funktion $\overset{x}{f}u$ nach dem Gesetz, welches $\overset{1}{f}u$ schon ausdrückt, und findet

$$\overset{x}{f}u = A_x u + B_x u^2 + C_x u^3 + \ldots$$

macht dann $x = -1$, so hat man

$$\overset{-1}{f}u = A_{-1} u + B_{-1} u^2 + C_{-1} u^3 + \ldots$$

Allein diese Gleichung hat statt, welchen Werth man auch für u annimmt. Man setze also beiderseits fu statt u, so hat man, da $\overset{-1}{f} . fu = u$, und $fu = r$,

$$u = A_{-1} r + B_{-1} r^2 + C_{-1} r^3 + \ldots$$

also ist die vorgegebene Gleichung umgekehrt, a sey der Einheit gleich oder nicht. Die allgemeinen Formeln (§§. 2, 3, 5.) geben also, wenn man in denselben $x = -1$ setzt, die Formeln für die Umkehrung der Reihen.



es [illegible] Werte nicht mehr bleiben, [illegible] werden, allein mit einem zwischenliegenden [illegible] positiven und negativen Werth. [illegible] allgemeinen [illegible]

Die Formel [illegible] $y_{2x} = a$ [illegible] allgemeinen Formel (§. 7) die [illegible] von v_x als Function von [illegible]

[illegible]

[illegible]

Allein diese Gleichung [illegible] Werth [illegible] für n [illegible]

Man setze also [illegible], da [illegible] $= 0$, und $f\,1 = 1$,

$$n = A \ldots + \ldots$$

also ist die [illegible] Einheit [illegible] nicht. Die allgemeinen Formeln (§. 2, 5, 9) geben also, wenn man [illegible] $x = -1$ setzt, die Formeln für die [illegible] der Reihen.

Abhandlungen

der

philosophischen Klasse

der

Königlich-Preufsischen

Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1814—1815.

Berlin
in der Realschul-Buchhandlung.
1818.

Inhalt.

Considérations

sur

les Théories et les Méthodes exclusives.

Par Monsieur Ancillon *).

Les divisions des êtres, des objets, des sciences, sont la source la plus commune des erreurs de l'esprit humain. Les divisions sont nécessaires; ce sont les soutiens de notre foiblesse. Sans les divisions, nous serions accablés de l'immensité de l'univers; nous nous perdrions dans l'infiniment petit ou dans l'infiniment grand, entre lesquels nous sommes placés; il n'y auroit point de division de travail, ni dans les arts ni dans les sciences; nos facultés n'étant pas à l'unisson de la totalité des êtres et ne marchant pas toutes de front dans le même individu, succomberoient sans aucun fruit.

On divise ce qui est essentiellement un, soit pour le mieux observer et pour le mieux connoître, soit par une sorte de prédilection pour tel ou tel côté de l'objet. Mais cette marche a ses inconvéniens, et le seul moyen de les prévenir ou de les corriger est d'embrasser successivement le plus grand nombre possible des faces de l'objet ou de l'être, et de ne jamais perdre de vue, que dans le fait elles se réunissent toutes dans l'unité. Accoutumé aux divisions, on oublie facilement, que tout tient de tout dans l'univers, que chaque être est un tout et en même tems une partie intégrante d'un plus grand tout; que la science est une, ainsi que la nature. On détruit, ou du moins on change entièrement les idées, les objets, les êtres en les divisant. L'anatomie morale et intellectuelle produit les mêmes

*) Lu le 27. Octobre 1814.



effets que l'anatomie physique; elle suppose la mort, ou elle l'amène, et la mort ne peut jamais nous apprendre ce que c'est que la vie.

En disséquant un organe séparément, on apprend toujours à le connoître d'une manière imparfaite, car on ne saisit pas ses rapports avec tous les autres, qui de près ou de loin le modifient et sont modifiés par lui. Il faudroit proprement voir toujours toutes les parties dans le tout, et le tout dans toutes les parties.

Il en est de même de la science de la nature, qui n'est que l'unité de la nature saisie et exprimée; de la science d'un être quelconque qui ne seroit, si elle étoit parfaite, que l'unité de cet être saisie et exprimée sous tous les rapports; il en est surtout ainsi de la science de l'homme, parce que l'homme est à la fois l'être le plus éminemment un, et le plus composé.

Le seul moyen que nous ayions d'arriver à la fois à l'unité et à la variété, c'est de tendre à la connoissance de la totalité, et nous ne pouvons y parvenir qu'en saisissant tous les côtés différens des êtres, en les rapprochant, en les expliquant l'un par l'autre.

Trop souvent on choisit et l'on prend une marche tout opposée. On saisit un point de vue, ou un côté de la nature humaine à l'exclusion de tous les autres; on ne tient aucun compte de ceux que l'on ne saisit pas, ou l'on tâche de les ramener forcément à son point de vue favori, et l'on s'applaudit et se félicite de cette fausse unité, qui ne résulte que de l'ignorance volontaire où l'on est de la variété des phénomènes, et qui née de l'ignorance, l'augmente et la perpétue.

L'homme est dans sa simplicité apparente un être merveilleusement compliqué. C'est un monde de rapports. Rapports de ses facultés entre elles, rapports avec la nature, rapports avec les hommes, rapports avec les idées; et, dans le mouvement général qui emporte la nature et la société, et qui constitue leur essence, ces rapports changent et varient sans cesse, ou du moins une partie est mobile et variable, tandis que l'autre est permanente.

Toutes les fausses théories et la plupart des fausses mesures en politique, en législation, en morale, sont venues de ce qu'on a eu la passion de l'unité, de ce qu'on a voulu y arriver de prime abord, de ce que l'on a cru y être parvenu, parce qu'on s'y est placé arbitrairement, et qu'on a procédé par voie d'exclusion de tout ce qu'on ne connoissoit pas.

Tantôt on n'a pas eu égard à toutes les pièces ni à tous les ressorts, qui sont autant de parties intégrantes de l'homme; tantôt on ne les a pas considérées dans leur union, leur jeu, leur action et leur réaction réciproque. Peut-on juger les roues d'une machine destinées à *s'engrener* l'une dans l'autre, autrement que dans leurs relations mutuelles et dans leurs rapports au jeu total de la machine? peut-on et doit-on vouloir donner une perfection absolue à une roue qui ne peut et ne doit avoir qu'une perfection relative? Ainsi on a séparé la politique, la législation, la religion, l'éducation; tantôt l'on a beaucoup fait pour l'une, tantôt on a tout fait pour l'autre. Rarement a-t-on donné à ces différens ressorts une attention égale; plus rarement encore les a-t-on fait marcher de front et dans la même direction. Qui a saisi l'homme tout entier dans ces systèmes où l'on ordonne la politique, la législation, l'éducation, sans les coordonner l'une à l'autre? Quel est le législateur, qui voyant dans le développement et la perfection toujours croissante de l'espèce humaine, la fin dernière des sociétés, a cherché la première condition de ce développement progressif dans l'harmonie de toutes les facultés de l'homme?

Tous les miracles de quelques gouvernemens anciens tenoient à l'action convergente de la religion, de la législation et de l'éducation, qu'ils savoient faire conspirer vers un même but. Ce secret paroît s'être perdu depuis eux. Ces trois principes actifs du développement de l'homme ont été rarement d'accord l'un avec l'autre. Souvent même ils ont été en opposition directe.

Dans les tems modernes, il n'y a que l'Angleterre qui ait sçu mettre la constitution et les lois, la religion et le culte, l'éducation et l'instruction, dans une sorte d'accord et d'harmonie, qui fait qu'ils s'appuyent l'un l'autre, qu'ils forment ensemble une espèce de tout organisé, et qu'ils ne peuvent par conséquent être transplantés ni imités partiellement dans les autres pays. Le principe fondamental, ou plutôt le principe vital de l'existence politique, morale et intellectuelle de l'Angleterre, et qui se retrouve et agit même avec une force prodigieuse dans la plupart des individus de cette nation étonnante; c'est ce mélange singulier, j'ai presque dit unique, de fixité et de mouvement, de force d'arrêt et de force de progression, de respect presque superstitieux pour ce qui est ancien, et de hardiesse d'innovation, d'un esprit conservateur et d'un esprit de perfectionnement qui amène tous les jours de nouveaux progrès. Certes c'est un peuple bien

extraordinaire que celui qui avance toujours et qui reste cependant semblable à lui-même, qui acquiert tous les jours sans dépouiller ou sans perdre ce qu'il a acquis, et qui sans courir dans tous les sens, et sans se précipiter dans toutes les routes, marche dans la même direction. C'est ce mélange qui forme proprement le caractère national, parce qu'il forme le caractère de toutes les institutions publiques.

Dans la constitution de l'Angleterre, où les élémens héréditaires et les élémens mobiles sont habilement combinés, et où la monarchie et la république se pénètrent en quelque sorte, il règne une raison éminemment monarchique et un esprit républicain. Dans la religion, l'esprit du protestantisme, qui est un esprit de recherche, de critique, d'innovation, un principe de liberté et de mouvement, se maintient en Angleterre avec la hiérarchie, l'acte du test, et des formes liturgiques consacrées par le tems et l'habitude autant que par la loi. De tous les pays protestans, c'est peut-être le seul, où à côté des progrès les plus marqués dans tous les genres, la foi se soit conservée pure et où la religion exerce encore un empire général sur la masse de la nation. Quant à l'éducation et à l'instruction, on les croiroit au premier coup d'oeil stéréotypes, et cependant elles avancent. Oxford et Cambridge appartiennent au moyen-âge, presque sous tous les rapports; les objets d'instruction, les formes de la discipline, les méthodes mêmes d'enseignement, n'y ont subi que des changemens insensibles; et cependant de ces deux magnifiques monumens du moyen-âge, qui offrent à la fois le repos des cloîtres avec leurs voutes sombres et le mouvement des écoles grecques avec les jardins rians de leurs philosophes, il sort des hommes qui ne sont pas en arrière du reste de l'Europe, et qui dans tous les genres ne craignent ni le parallèle ni la lutte. C'est qu'il y a dans le système de l'instruction et de l'éducation nationale, à côté d'une règle de discipline sévère et de l'uniformité de l'enseignement, un principe de mouvement dans la vie sociale et publique des jeunes gens et des enfans, dans le frottement des esprits, dans l'action et la réaction réciproques qu'ils exercent les uns sur les autres, dans la liberté de la presse, dans celle des études et des lectures particulières, enfin dans les voyages et dans la liberté générale.

On se tromperoit fort, si l'on croyoit que ces formes de la législation, de la religion, de l'éducation, sont des modèles que l'on doive ou que l'on puisse même suivre ailleurs; mais il est sûr que le concours et l'har-

monie de ces trois grands ressorts a formé en Angleterre le caractère national, et que ce caractère national a enfanté les plus grands effets. Je n'ai voulu que citer un exemple frappant des heureux résultats que produisent la législation, la religion et l'éducation chez un peuple, quand elles marchent de concert, et qu'elles sont vivifiées par le même principe, au lieu d'être séparées ou même opposées, comme elles le sont trop souvent.

Non seulement on a négligé les rapports que la religion, la législation, l'éducation ont entr'elles; on a méconnu ou négligé les rapports qu'elles ont avec l'homme tout entier; on n'a envisagé chacune d'elles que sous une seule face et de profil; on n'a saisi ou n'a voulu voir qu'un côté de l'objet à l'exclusion de tous les autres. La maladie de notre siècle de ne saisir que des points de vue exclusifs, et de mettre en saillie une face de la religion, de la législation, de l'éducation, au lieu de les embrasser toutes en même tems, de les corriger et de les modifier l'une par l'autre, a été le principe des erreurs et des égaremens, et même celui des crimes de notre âge, et cette maladie est née de l'abus de l'analyse. Au lieu de considérer par l'intuition les objets dans leur ensemble et les êtres dans le jeu réciproque de leurs facultés, on a cru que pour les connoître il falloit les décomposer; en les décomposant on les a détruits, et on n'a laissé subsister d'eux que des fragmens isolés. Alors, selon le caractère, le tempérament, le tour d'esprit de chaque individu, on a donné tantôt plus d'attention à l'un, tantôt plus à l'autre de ces fragmens; mais l'être ayant disparu, on n'a pas pu le contempler tout entier.

C'est cette manie de tout analyser qui a fait dire du siècle qu'il étoit raisonneur plutôt que raisonnable. Croire tout prouver par des raisonnemens, s'imaginer ne pouvoir rien prouver que de cette manière, raisonner ce qu'on devoit sentir, discuter en détail sur ce qui n'a de réalité qu'en masse, substituer l'entendement qui n'admet que ce qu'il peut comprendre, à la raison qui établit en vérité et en principe ce qui est incompréhensible, mettre l'esprit qui est un principe de dissolution, à la place du sentiment qui est un principe de composition, c'est être raisonneur. Circonscrire le raisonnement dans sa sphère, ne pas lui permettre de la dépasser, être convaincu que la vérité est dans les existences, les existences dans la totalité des facultés des êtres, tenir compte de la nature et de l'activité de chacune d'elles quand on veut s'adresser à l'homme, et agir sur lui à la fois par la religion, la législation, l'éducation, c'est être raisonnable.

Cependant on a presque toujours choisi et suivi la marche opposée, et de là vient que ces trois grands moyens de développer et de perfectionner l'homme n'ont pas produit l'effet désiré.

Tantôt la religion a été traitée comme une simple spéculation; elle a été regardée comme n'étant que du ressort de l'entendement. C'étoit méconnoître son origine, sa nature et sa destination. L'esprit et l'entendement ne saisissent que des objets finis entre lesquels on peut établir des rapports qui offrent des qualités appréciables et mesurables, des qualités qui ne se rencontrent que dans une certaine quantité. Ces facultés ne sauroient donc saisir Dieu. Le fini seul est du domaine de l'entendement: Dieu est l'infini; la religion est une tendance indéfinie de l'âme vers l'infini. L'entendement, en comparant le fini avec la notion de l'infini, peut sans doute prévenir beaucoup d'erreurs en fait de religion, et nous apprendre ce que Dieu n'est pas; mais il ne sauroit nous faire entièrement connoître ce qu'il est, ni nous révéler son être tout entier.

Tantôt on n'a voulu voir dans la religion qu'une morale épurée et sublime, on auroit dit qu'elle n'avoit d'autre but que de maîtriser la volonté et les passions. Il est certain que la religion et la morale ont des affinités secrètes et puissantes, parce qu'il y a une sorte d'identité entre toutes les idées éternelles, et qu'il y a dans toutes quelque chose d'infini. Il est encore indubitable, qu'un homme éminemment religieux sera un homme moral; mais l'inverse n'est pas également vraie. La morale a sa racine dans la nature de la volonté; la religion a la sienne dans l'âme. La morale même la plus pure et la plus complète n'épuise pas la nature humaine, elle n'est pas la perfection de l'homme tout entier, elle n'est qu'un des traits de cet idéal. C'est un travail aussi faux par son objet qu'ingrat par ses résultats, que de vouloir fonder la morale uniquement sur la religion ou la religion sur la morale. La morale et la religion sont deux puissances différentes, quoique alliées, dont l'une a une sphère extérieure et dont l'autre est toute intérieure; dont la première tend à l'action, dont la seconde trouve sa perfection comme son principe dans le sentiment; car des intelligences qui ne seroient pas du tout appelées à agir, pourroient connoître la religion et atteindre à la piété la plus sublime.

La religion ne consistera-t-elle dono que dans l'amour et dans un sentiment confus? en fera-t-on simplement un mysticisme du coeur sans lui donner aucun objet déterminé par la raison, sans la mettre en rapport avec

la volonté et l'action? Nouveau point de vue exclusif, nouvelle erreur! Ce seroit faire de la religion un instinct aveugle. Dieu est en nous; un sentiment confus nous l'annonce. La soif du monde invisible, le besoin de quelque chose d'infini et d'éternel, une inquiétude secrète, un attendrissement religieux sont les précurseurs de la religion; mais pour qu'elle puisse prendre racine en nous, il faut nourrir, fortifier, enflammer cette sensibilité religieuse. Cette sensibilité religieuse seroit vague, stérile, même dangereuse, si elle ne se portoit sur des objets déterminés, et si la raison primitive et universelle ne lui offroit pas de véritables principes.

Tous ces points de vue exclusifs et partiels sous lesquels on a considéré la religion, sont vrais quand on les réunit dans un point de vue plus général; et quand on les unit, on s'aperçoit que la religion s'adresse à la nature humaine toute entière, qu'elle résulte de toutes ses facultés, et qu'elle peut s'appliquer à toutes. Chacun de ces points de vue devient faux, du moment où on l'isole de tous les autres et où on le juge seul véritable.

Il en a été de même de la législation. Quelquefois on est parti de l'idée qu'il y avoit un prototype de législation pour tous les tems, tous les peuples, tous les lieux, une espèce de canon, pour les constitutions et les lois comme celui de Polyclète pour la soulpture, et l'on a oublié que ce sont les différences d'un peuple d'avec un autre, et non ses ressemblances avec les autres, qui constituent son individualité, que les premières sont bien plus nombreuses que les autres, et qu'il faut consulter, respecter, conserver l'individualité qui forme proprement un peuple et sans laquelle il n'y a point de caractère national. On a oublié qu'un petit nombre de principes abstraits ne sauroient suffire à gouverner l'immense variété des esprits, et que les lois sont d'autant plus durables et plus actives, qu'elles tiennent compte de tous les rapports et se distinguent par la plus haute rélativité.

Quelquefois on a proscrit dans la législation toute espèce de théorie générale, toute espèce de principes régulateurs. On a cru qu'il suffisoit de connoître tous les cas particuliers et de les décider par les lumières du sens commun, et par un jugement exercé. C'étoit le vrai moyen de marcher au hasard, d'enfanter des contradictions sans nombre, d'ouvrir la porte à l'arbitraire, d'ôter à la législation toute espèce de fixité et de permanence.

La raison détermine invariablement le but de l'ordre social. Ce but est donné par la nature de l'homme et par celle de la société elle-même, et de ce but dérivent les règles fondamentales et les principes générateurs et conservateurs de toute association politique. Voilà ce qui est universel et immuable; mais les moyens d'atteindre ce but, les applications de ces règles et de ces principes, doivent varier de peuple à peuple et de siècle à siècle. Ce n'est pas à la raison universelle qu'il faut les demander; c'est à l'observation, à l'expérience, à l'histoire, au calcul, à la connoissance des tems et des lieux qu'il appartient de résoudre ce problème.

En voulant déterminer le but des associations politiques, on a aussi procédé par voie d'exclusion, et l'on s'est également trompé. Les uns ont placé ce but dans le développement harmonique de tous les talens et de toutes les facultés des citoyens d'un état, et ont par conséquent chargé le gouvernement de tous les détails de la vie physique, morale et intellectuelle d'un peuple; ils ont étendu son influence et son activité à toutes les circonstances du mouvement de la société et à toutes les relations de l'homme avec les personnes et avec les choses. Le gouvernement a dû tout prévoir et tout prévenir, tout défendre et tout ordonner, tout soigner et tout produire. On n'a pas pensé que la chose est impossible, et que l'activité des forces individuelles dépasse et surpasse de beaucoup les forces du gouvernement; que ceux qui gouvernent ne sont jamais que des hommes, et sont quelquefois moins que des hommes, et qu'ils ne sauroient jouer le rôle de Dieu dans les choses humaines. — La chose fût-elle possible, elle ne se feroit qu'aux dépens de la liberté et de la vie politique des citoyens. Le despotisme de la raison elle-même seroit toujours un mal, comparé avec la liberté de la raison ou avec une liberté raisonnable.

Frappés de ces conséquences, d'autres ont placé le but de l'association politique dans la création d'une sauvegarde du droit et d'une garantie de la liberté extérieure. Ils avoient raison, en tant qu'un pouvoir coactif, qui sert d'égide à la justice et qui prend sous sa protection les droits de tous, après les avoir déterminés avec précision, est en effet la première condition de l'existence de l'ordre social, le principe conservateur de la liberté générale. La liberté est le ressort vital du développement de toutes les facultés et de toutes les forces et de la marche progressive d'une nation vers un plus haut degré de perfection. Protégez-nous et laissez-nous faire, c'est ce que toutes les nations peuvent et doivent dire à leurs gouverne-

vernemens, et ce mot aussi simple que profond exprime la mesure des devoirs comme des droits de ceux qui gouvernent et de ceux qui sont gouvernés. Mais ceux qui ont présenté cette idée comme l'idée-mère en politique, se sont égarés lorsqu'ils ont méconnu toute l'étendue d'action que doit avoir le gouvernement afin de tout protéger, lorsqu'ils ont prétendu que son activité devoit être purement négative. Les lois ne sauroient protéger la liberté sans la circonscrire, sans la déterminer, sans lui tracer sa sphère et ses limites dans toutes les relations de la vie sociale; elles ne sauroient la protéger, sans prévoir ni prévenir les actions qui la troublent et qui la blessent; la protection suppose dans ceux qui protègent, les lumières et la force, et il faut souvent faire naître l'une et l'autre, afin d'être sûr de les posséder et de les trouver au besoin. Ainsi les gouvernemens ne peuvent être indifférens ni étrangers aux moeurs publiques, à l'instruction, à l'éducation, à un progrès des sciences et des arts. D'ailleurs, on règne et l'on protège par l'amour et par la reconnoissance pour le moins autant que par la crainte, et tout gouvernement qui ne seroit qu'un bras toujours levé pour arrêter, contenir, réprimer, prévenir et punir, qui ne se manifesteroit pas par une action positive, protectrice, bienfaisante, ne se confondroit pas avec la nation, ne vivroit ni dans ses affections ni dans ses sentimens, n'exciteroit et ne mériteroit pas l'enthousiasme, et ne donneroit pas à l'état la vie, le mouvement, l'unité d'un corps organisé.

Nous nous sommes étendus sur ces idées exclusives funestes en législation. Il y en a bien d'autres encore qui ont successivement régné et qui se sont partagé les suffrages et l'assentiment des penseurs. Ici on a voulu que la législation fût sévère, juste, et rien de plus: là, douce et humaine; ici, qu'elle n'eût égard qu'à la nature de l'action, là, qu'elle prît en considération tous les motifs de l'action et qu'elle consultât surtout le mérite de la personne; ici, qu'elle n'employât que les moyens extérieurs de la peine et de la récompense, là, quelle se proposât d'agir par des moyens intérieurs sur l'intérieur de l'homme, et fût plus occupée à prévenir qu'à réprimer: comme si la perfection de la législation ne consistoit pas à employer tour-à-tour, à rapprocher, concilier, réunir, contre-balancer, adoucir l'une par l'autre et fondre dans un seul tout toutes ces idées, qui séparément n'expriment qu'un des côtés de la nature humaine, et qui ne l'expriment toute entière qu'en tant qu'elles sont amalgamées ensemble.

L'éducation qui doit tendre au développement harmonique de toutes

les facultés de l'homme, qui doit développer dans chaque individu le genre de perfection auquel il est propre et qui seul est analogue à sa nature, n'a-t-elle pas partagé le sort de la religion et de la législation? n'a-t-elle pas même plus souffert que ces dernières de la passion des hommes pour les idées exclusives? Cependant, plus que tous les autres arts et toutes les sciences, elle auroit dû être à l'abri de ce genre d'erreurs, parce qu'elle ne s'occupe que des individus, qu'elle doit tenir compte de toutes les différences individuelles, et laisser à chaque homme, ou donner à chaque homme, une empreinte particulière et une physionomie propre. N'a-t-on pas vu se succéder à cet égard des systèmes, où tour-à-tour chaque faculté élevée au premier rang, paroissoit seule mériter l'attention des instituteurs? L'histoire de l'éducation dans les tems modernes ne seroit que l'histoire des méthodes exclusives.

Rien pour la mémoire, tout pour la mémoire; c. a. d. des matériaux sans pensée vivifiante et ordonnatrice, ou la pensée sans matériaux qu'elle puisse élaborer et sans objets auxquels elle puisse s'appliquer. Point d'idées confuses, d'abord des idées claires: rien que des idées confuses: comme si l'on pouvoit empêcher la nature de nous envoyer des flots d'impressions diverses dans l'enfance, et qu'il n'y eût pas un âge seul propre à l'inoculation de la pensée, ou comme si l'on ne devoit pas par degrés et insensiblement se rendre raison de ses richesses, les apprécier et les ranger, afin de séparer l'or de l'alliage. Produire peu, recevoir beaucoup: c'est oublier que l'homme est un être actif et le traiter comme un simple être passif; recevoir peu, produire beaucoup, c'est perdre de vue que l'un est toujours en raison de l'autre, et que l'esprit humain donne la forme aux objets, mais qu'il ne sauroit les créer. Nourrir l'imagination de préférence, et condamner par là même l'entendement à prendre des images pour des idées, et la raison, à substituer un monde fantastique au monde réel: éteindre ou affoiblir l'imagination, et reléguer l'homme par là même dans le monde des sensations, l'enlever pour toujours à l'idéal, lui fermer la route des inventions et le chemin des découvertes. Donner tout à l'esprit, rien au sentiment; tout au sentiment et rien à l'esprit: de la lumière sans chaleur vaut-elle mieux que la chaleur sans lumière? ou bien ces deux états de l'âme ne sont-ils pas également imparfaits, pour peu qu'on les isole l'un de l'autre? Se décider tout entier pour l'un ou pour l'autre, n'est-ce pas consentir à ignorer le fini ou à méconnoître l'infini? Du sérieux dans l'instruction et

dans le travail qui prépare l'homme au sérieux de la vie et donne de la trempe au caractère, mais qui sans aucune espèce de tempérament peut assombrir l'âme et décolorer l'existence: du plaisir et de la gaieté, point de gêne ni de contrainte dans l'instruction; ce qui ne peut former que des esprits frivoles et des caractères légers: les sciences avant les lettres, les lettres avant les sciences, — sont autant de principes différens, qui ont donné naissance à différentes méthodes d'instruction.

Des habitudes, et plus tard des idées ou les raisons des habitudes, parce que l'enfant est machine avant d'être raisonnable ou même avant d'être susceptible de raison: d'abord des idées et puis à leur suite des habitudes, parce qu'il n'est pas de la dignité de l'homme d'agir sans savoir pourquoi il agit: éclairer l'entendement pour fortifier la volonté, comme si on ne marchoit pas sans cesse à côté de ses lumières, et qu'il n'y eût pas loin d'une pensée à une action: fortifier la volonté pour aller à l'entendement en risquant de donner de l'opiniâtreté et un entêtement aveugle au lieu de donner du caractère: des privations et peu de jouissances, beaucoup de jouissances et peu de privations: de la facilité, de la tendresse, de l'indulgence, ou de la sévérité et de la crainte: l'obéïssance stricte et aveugle, la liberté sans obéissance: le travail au nom du devoir, le travail au nom du plaisir: des sentimens religieux avant les lumières, les lumières sans les sentimens religieux, — sont autant de principes différens qui ont donné naissance à différentes méthodes d'éducation.

On voit déjà par ce tableau rapide, que toutes les méthodes d'instruction et d'éducation sont vicieuses quand on en fait des méthodes exclusives, et que toutes ont quelque prix en tant qu'elles présentent toutes un côté de la nature humaine qu'il ne faut pas négliger. Elles ont presque toutes raison dans ce qu'elles admettent, et tort dans ce qu'elles excluent. C'est moins par ce qu'elles font, que par ce qu'elles négligent, qu'il faut les attaquer. Ce qu'il y a de certain, c'est que du moment où l'on s'abandonne à l'une d'elles entièrement, on risque de faire des enfans des êtres mutilés dans leurs facultés morales, des hommes dégradés ou monstrueux, des machines sans intelligence ou des intelligences sans organes et sans moyens d'action; on verra d'un côté de la volonté sans lumières, de l'autre des lumières sans volonté; ici de froids raisonneurs sans mouvement d'imagination et de sensibilité et sans foyer d'enthousiasme; là, des imaginations exal-

tées ou des âmes fondantes de sensibilité, sans force d'arrêt ni d'action, sans mesure et sans énergie.

Parcourir en détail, en les soumettant à la coupèle d'un examen sévère, toutes les méthodes exclusives d'instruction et d'éducation, afin de montrer combien elles sont fausses dans la théorie et dangereuses dans la pratique, seroit l'objet d'un ouvrage, et non d'un mémoire.

Aujourd'hui la méthode synthétique dans l'instruction paroît l'emporter exclusivement sur la méthode analytique. La construction et l'intuition progressive des objets sont préférées à tout, et la marche qui va du simple au composé, l'est à celle qui va du composé au simple. Ces deux méthodes ont toutes deux leurs avantages, et elles mènent au but quand elles sont combinées; isolées, elles pourroient facilement avoir les inconvéniens de toutes les idées exclusives.

Savoir, c'est produire ou recevoir les impressions des idées et des objets que le monde extérieur vous présente, et les élaborer. Ce n'est pas le résultat de la science, c'est le travail de la science qui est véritablement intéressant; quand on n'arriveroit jamais au but, pourvû qu'on en approche et qu'on marche toujours.

La perfection de l'intelligence humaine consiste dans une certaine réceptivité, comme dans une certaine activité spontanée et propre. Il faut que la réaction soit égale à l'action.

La méthode synthétique développe l'activité propre et spontanée ou la force productrice de l'intelligence humaine; la méthode analytique développe la réceptivité de cette intelligence. Or la perfection de l'homme résulte du développement harmonique de ces deux côtés différens de la nature humaine. La première nous donne la forme sans la matière, la seconde la matière sans la forme.

C'est dans le premier âge que la réceptivité a le plus de force et d'élasticité; tous les sens sont ouverts à la nature entière, et la nature y précipite des flots d'impressions diverses. Il semble que l'âme rassemble et prépare les matériaux de son travail. L'activité propre et spontanée doit paroître plus tard.

Cette multitude d'idées confuses, de faits entassés les uns sur les autres, d'images et de mots qui remplissent l'âme dans le premier âge, sont pour l'âme ce qu'est pour la terre le contact que le labour produit entre l'atmosphère et le principe de sa fécondité. L'âme s'imprègne de parti-

cules nutritives, et alors, quand on lui inocule le germe de la pensée, ce germe attire à lui par des affinités secrètes tout ce qui se trouvoit accumulé dans les profondeurs de l'âme, et le développement se fait avec rapidité.

Alors l'homme suit dans le travail de son développement le travail de la création. Le cahos saturé d'élémens matériels précéda la lumière, et c'est dans le cahos d'idées confuses qui forment et doivent former le premier apanage de l'homme, que l'homme doit dire: que la lumière soit, et la lumière sera.

Comme on prouve par la nature de l'homme, qu'il faut employer également les deux méthodes principales, on peut prouver la même chose par la nature des sciences. Il y a deux sortes de sciences, les sciences qui créent leur objet et qui construisent les êtres sur lesquels elles opèrent, et les sciences à qui leurs objets sont donnés et qui tâchent de les connoître, soit en les observant, soit en les analysant, soit en faisant avec eux des expériences.

La méthode synthétique dans l'enseignement n'est applicable qu'aux premières; la méthode analytique est la seule qui convienne aux secondes. Quand je pars d'une idée simple que je produis, je procède de composition en composition; quand je pars de ce qui m'est donné, et ce qui est donné est toujours composé, ne fût-ce que de l'objet et de celui qui se le représente, je procède de décomposition en décomposition, et j'arrive à ce qui est simple.

La méthode de Pestalozzi n'a fait une si grande fortune que par la maladie générale qu'elle a rencontrée de construire la nature. Au fond elle n'est pas naturelle, c'est-à-dire elle n'est pas conforme à la marche que suit la nature dans le développement de l'homme abandonné à lui-même. La nature ne va pas du simple au composé, mais du composé au simple.

Ce n'est pas une raison suffisante de rejeter cette méthode ni même de la combattre; l'homme est un enfant de l'art; il s'agit seulement de savoir dans chaque cas donné si l'art mène au but.

Or il me semble qu'il vaut mieux que l'homme commence par la confusion des idées que de commencer par la clarté; de cette manière il est plus riche en faits quand il vient à débrouiller cette masse d'idées confuses que tout a concouru à lui donner. La lumière qu'il y porte est à lui, et il deploye alors une plus grande activité.

D'ailleurs, en suivant cet ordre, l'homme ne rejettera pas ce qui est essen-

tiellement obscur et confus, et ce qui doit le rester, c'est-à-dire le sentiment. Ce qu'il y a de plus réel dans l'univers et dans l'homme, ce qui a le plus de prix pour l'esprit et pour le coeur, ne sauroit être ni construit, ni calculé, ni mesuré.

On ne peut donner aux enfans une idée intuitive que des grandeurs et des qualités sensibles. En voulant tout ramener à l'intuition, comme la chose est impossible, on risque de négliger tout ce qui est au-dessus des sens, ou de donner des doutes sur l'existence de ces objets.

Peut-être le premier principe en fait d'éducation et d'instruction, c'est que dans le choix de la méthode il faut toujours se jeter du côté opposé à celui que la nature a soigné, enrichi, fortifié, de crainte que le développement de l'homme ne devienne un développement partiel. Par là on empêche la formation des monstres dans l'ordre moral, et on n'arrête pas le développement des hommes de génie. Quand la nature a donné à l'une des facultés ou à l'un des penchans de l'homme un caractère prononcé et décisif, en cultivant les facultés pour lesquelles la nature a fait peu de chose, on préviendra les écarts, les désordres, le défaut de goût et d'ensemble, mais on n'étouffera ni le génie ni le caractère.

Le choix de la méthode doit donc tenir à l'individualité de celui à qui on l'applique, mais il faut dans l'instituteur un tact sûr et une grande pénétration pour distinguer et saisir les premiers signes par lesquels le caractère individuel s'annonce; car il ne se prononce tout-à-fait qu'à la suite de l'instruction et de l'éducation, c'est-à-dire à la suite de l'application de la méthode.

Une méthode uniforme suppose qu'il n'y a point de différences individuelles caractéristiques et frappantes, ou tend à les effacer.

Or on ne peut pas nier que la beauté et la perfection de la société ne dépendent de l'immense variété des esprits et des caractères. Heureusement que la nature, qui jamais ne se répète, produit et amène toujours un nombre prodigieux de formes diverses. Dans l'ordre social, par l'uniformité des méthodes et des mesures politiques, on a l'air de vouloir effacer cette diversité; entreprise difficile, pour ne pas dire impossible. La nature, plus active et plus forte que la volonté despotique de l'homme, se moque de ses efforts pour établir l'uniformité, et quand l'homme ne pouvant effacer la variété, se propose dans ses conceptions de n'y avoir aucun égard, ce qu'il méprise ou ce qu'il veut oublier, n'en existe pas moins et détruit son ouvrage.

Les esprits supérieurs diffèrent les uns des autres par la nature de leur ton dominant, et ce ton dominant est déterminé par la nature de la faculté qui l'emporte chez eux sur les autres; chez les uns c'est l'imagination, chez les autres c'est le jugement. Les esprits ordinaires, chez qui il n'y a point de ton dominant, ne diffèrent les uns des autres que par le nombre d'idées ou de faits que leurs facultés leur ont fait acquérir ou auxquelles ils les appliquent.

Il doit y avoir et il y a en effet une bien plus grande variété encore dans les caractères que dans les esprits. Le caractère constitue proprement l'homme; il est le résultat de toutes ses facultés, le mélange de toutes ses idées, de tous ses sentimens, de tous ses besoins, de toutes ses passions. L'esprit n'est jamais qu'un des côtés de la nature humaine, un de ses élémens constitutifs ou un des principes qui déterminent le caractère.

De la variété des esprits et de la variété des caractères résulte déjà la variété des méthodes d'éducation et d'instruction.

Elever n'est au fond que l'art de donner à la volonté des habitudes qui puissent être converties en principes. Enseigner, instruire, est l'art de présenter aux facultés intellectuelles des objets qui puissent être convertis en idées.

Incliner la volonté à des objets purs, nobles, grands, à des actions difficiles, pénibles, mais méritoires, jusqu'à ce que la volonté y tende fortement par son propre ressort, tel est le but et tel doit être le résultat de l'éducation.

Provoquer l'activité intellectuelle jusqu'à ce qu'elle n'ait plus besoin de provocation extérieure et qu'elle vive de son propre feu, c'est instruire. Le jeune homme le mieux instruit n'est pas celui qui a le plus appris de choses et qui sait le plus, mais celui qui est le plus en état d'apprendre par lui-même.

L'éducation repose sur les exemples, les habitudes, les principes, et le concours de ces trois moyens réunis donne au caractère de la trempe, de l'unité, de la fixité.

Les exemples donnent l'enthousiasme de la vertu, les habitudes le mécanisme de la vertu, les principes l'énergie de la vertu.

Alors seulement le caractère acquiert toute sa perfection; elle consiste dans un certain mélange d'enthousiasme et de raison, de lumière et de feu.

Quand on ne veut développer qu'un des côtés de la nature humaine,

l'éducation publique peut être excellente; quand on veut former des Hommes dans toute l'étendue du terme, elle ne vaut rien.

L'éducation domestique donne des habitudes d'autant plus fortes qu'elles peuvent être prises dès la première enfance, et qu'elle place l'enfance sous l'influence et le charme d'exemples chers et puissans. Par là même qu'elle offre de grandes facilités pour faire des observations et des applications individuelles, elle est plus favorable au développement du caractère, et même à l'originalité. L'éducation publique peut donner de la souplesse morale, de la modestie, l'habitude des complaisances et des sacrifices; mais à coup sûr elle tend à effacer les différences individuelles. Pour être frappé de la vérité de ces conclusions, et pour en venir à des résultats décisifs, il faut comparer une bonne éducation domestique à une bonne éducation publique.

La méthode ne peut donc consister que dans le choix et la gradation des objets, ou dans le choix et la gradation des facultés auxquelles on s'adresse, ou dans le choix et la gradation des moyens.

Cette définition seule de la méthode suffit pour prouver qu'il ne peut pas y avoir quelque chose d'universel en fait de méthode, et qu'il n'y a pas de méthode qu'on puisse appeler généralement bonne.

Le seul principe qui soit peut-être d'une application universelle en fait de méthode, c'est qu'il faut faire trouver, découvrir, inventer aux jeunes gens les sciences et leurs procédés. La meilleure méthode est celle qui suppose le plus d'activité dans les esprits, ou qui leur en donne le plus.

Ueber

Ueber

die Begriffe der verschiedenen Staatsformen.

Von Herrn SCHLEIERMACHER *).

Jener höhere Verstand, aus dem sich die Keime aller Wissenschaften allmählig entwickeln, äufserte sich sehr zeitig in dem Bestreben die unendliche Mannigfaltigkeit der natürlichen unverrückt in festen Gestalten sich erneuernden Dinge erst in grofse Massen zu ordnen, dann nach ihren geringeren Verschiedenheiten sie in Gattungen und Arten zu theilen. In der Bildung und Erweiterung der gemeinen Sprache entfaltete sich dies Bestreben ursprünglich auf eine rein natürliche Weise; seitdem der Verstand mit Besonnenheit darauf zurückkam, und es künstlich gestaltete, sehen wir die wissenschaftliche Naturbeschreibung in mannigfaltigen jetzt so dann anders gebildeten Versuchen einen grofsen Reichthum des wissenschaftlichen Lebens offenbaren. Wie oft hat man bei näherer Bekanntschaft mit den Dingen einzelne Bestimmungen widerrufen, Arten abgetrennt, ganze Gattungen aufgelöst und anders wieder vereiniget. Und wenn auch die grofsen Züge, auf denen die Haupteintheilungen ruhen, fester standen, und manche selbst dann nicht wankten, als man deutlicher einsah, wie die Natur sich darin gefällt, auch das, was der Verstand am schärfsten zu sondern pflegt, sanfter und künstlerischer durch allmählige Uebergänge zu verbinden, so mufsten doch die Gründe dieser Eintheilungen oft neuen Prüfungen unterworfen werden. Denn das erste was sich dem Betrachtenden aufdrängt ist die

*) Vorgelesen den 24. März 1814.

äufsere Erscheinung; erst später kann sich der Verstand das Spiel der innern Thätigkeiten zum Gegenstand vorlegen; und wenn er wahrnimmt, dafs er sich noch neu in seinem Geschäft und unter der Gewalt des Sinnes stehend im Trennen und Verbinden von jener allein habe leiten lassen: so ist er unverdrossen entweder sein Werk wieder zu zerstören, oder nachzuspüren wie jene grofsen Verschiedenheiten der äufseren Erscheinung, deren Ansprüche er nicht zurückweisen kann, mit den Verschiedenheiten der innern Thätigkeiten der bildenden Natur zusammenhängen. Noch immer werden aus diesem Gesichtspunkt neue Prüfungen und Umgestaltungen des Systems der Natur in einzelnen Theilen wenigstens unternommen; und dadurch wol am meisten unterscheiden sich die Naturkundigen von ächt wissenschaftlicher Gesinnung, die wol allein verdienen mit dem bescheideneren Namen Naturforscher genannt zu werden, von denen, welche sich keine höhere Aufgabe stellen, als ein Register anzufertigen, in dem man die Gegenstände auffinden und sich der Identität der etwa streitigen versichern könne.

Fast eben so bald als die Naturbeschreibung entstand, fand sich der wissenschaftliche Verstand auch angeregt jene grofsen geistigen Gestaltungen zu betrachten, in denen, wiewol sie selbst ein aber in bewufstloser Nothwendigkeit gebildetes Werk des Menschen sind, auch der Mensch selbst, dies höchste Werk der Natur, wieder als Bestandtheil verschwindet. Die wissenschaftliche Beschreibung der Staaten, das Bestreben die auch sehr mannigfaltigen unter diesen Begriff gehörigen Erscheinungen in wenige grofse Formen zusammenzufassen, eben so alt als die ersten Versuche in der Naturbeschreibung, eben so schon in der Sprache des gemeinen Lebens vorgebildet, hat doch eine ganz andere Geschichte als diese. Eines ist hiebei vorzüglich von Einflufs gewesen. Dafs unter den Erzeugnissen der Natur einige vollkommner sind als andere, in denen nemlich das Wesen des Lebens sich unvollständiger ausspricht und dürftiger entfaltet, dies wurde zwar bald bemerkt, aber es konnte den ordnenden Forscher von seinem natürlichen Gange nicht ablenken. Der Staat aber, da er ein Gebilde des Menschen selbst ist: so wähnte man von der Betrachtung aus nach einem vorschwebenden Musterbilde den vollkommneren selbst schaffen zu können. Für einen Wahn müssen wir dies ohne weiteres erklären; denn es ist eine grobe Verwechselung dessen was durch die menschliche Natur wird, mit dem was der Mensch macht. Noch nie ist ein Staat, auch der unvollkom-

menste nicht, gemacht worden; und alle Kunst kann auf dem Gebiet des bewuſstlosen Wirkens der geistigen Natur nicht minder als der körperlichen nur einzeln und untergeordnet zu Hülfe kommen. Dieser Wahn aber verursachte, daſs man bald die Staaten viel zu wenig als geschichtliche Naturgebilde betrachtete, sondern immer nur als Gegenstände, worauf der Mensch künstlerisch zu wirken habe; wodurch dann ihre Vollkommenheit und Unvollkommenheit der Hauptgesichtspunkt ward, und man kann sagen fast die ganze wissenschaftliche Behandlung der Sache sich in das Bestreben auflöste vor den Augen der Staatskünstler ein alleiniges allgemeingeltendes Musterbild des Staates aufzustellen, zu welchem sich alle frühere Erscheinungen nur als verunglückte Versuche verhielten, so daſs wenn jenes erst zur Wirklichkeit gediehen wäre, dann die ganze bisherige Geschichte nur jener Urzeit oder Unzeit gleichen würde, während der, wie man gefabelt hat, auch die Natur sich in abenteuerlichen Gestaltungen erschöpfte, die weder bestehen noch sich wieder erzeugen konnten, indem sie nur einzelne zerstreute Züge an sich trugen von dem was leben kann und darf; die künftige Geschichte aber würde dann einem mehr reichen als eben anmuthigen Kornfelde gleichen, auf welchem die Staaten bis zur letzten Ernte aller menschlichen Dinge in ewigem Frieden neben einander ständen, jeder sich von dem andern durch wenig mehr unterscheidend als durch die Stelle die er einnimmt. Je mehr nun dieses Bestreben sich verbreitete, um desto mehr verlor die Naturbeschreibung der Staaten alle Bedeutung. Denn ob solche vorläufige Nothstaaten, ein Ausdruck der den höchsten Triumph jener Ansicht darstellt, ob diese alt und neu unter bestimmte Begriffe gestellt werden, und wie dieses gelingt, das kann völlig gleichgültig seyn, wenn doch in einer einzigen Form des Staates alle andern irgend einmal zusammenfallen sollen. — Auſser dieser sich so stark vordrängenden Frage nach dem vollkommensten Staat hat aber auch eine entgegengesetzte Ansicht nicht wenig beigetragen diesen Theil der Philosophie zurückzuhalten. Wie nemlich die wissenschaftliche Beschäftigung mit den Erzeugnissen der Natur immer ist aufgemuntert und in Thätigkeit erhalten worden durch die Ansprüche welche die vielen mit der Natur sich beschäftigenden Künste und Gewerbe stets an sie gemacht, und durch die Achtung welche auch von dieser Seite jenem wissenschaftlichen Bestreben immer ist gezollt worden: so muſste natürlich die wissenschaftliche Beschäftigung mit jenen Erzeugnissen der Vernunft einer gleichen Aufmunterung in demselben Maaſs ent-

behren, als sich, wie seit geraumer Zeit geschehen, unter den Staatsbürgern und Staatsmännern der Grundsatz immer weiter verbreitete, alle Formen des Staates seien gleich gut wenn sie nur gut verwaltet würden. Diese Ansicht leitet natürlich alles Interesse der Betrachtung von dem höheren ursprünglichen Prozefs der Bildung und Entwickelung der Staaten ab, und nur auf jenen verhältnifsmäfsig kleinen Antheil hin, den menschliche Kunst an der Sache hat, nemlich auf das Geschick der Verwaltung. Denn wenn die Verschiedenheiten in der Form der Staaten gleichgültig sind, was für ein Interesse kann man noch daran haben zu wissen wie diese Unterschiede entstanden sind, und worauf sie beruhen? So ist hier sonderbar genug durch ein löbliches Bestreben, das vollkommene hervorzubringen ein anderes eben so löbliches, nemlich das wirklich vorhandene in seinen natürlichen Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten aufzufassen immer gehemmt worden. Und dies sind die Ursachen, weshalb die wissenschaftliche Staatenbeschreibung in einer weit dürftigeren Gestalt auftritt als die Naturbeschreibung, so dafs man sich kaum wundern dürfte, wenn sie noch ganz am Aeufsern haftend in das Innere ihres Gegenstandes noch gar nicht eingedrungen wäre.

Die längste Zeit nun hat man sich bei der Betrachtung der Staaten an eine Eintheilung gehalten, die man füglich die hellenische nennen kann, welche nemlich drei Hauptgattungen annimmt unter welche alle Staatsformen gebracht werden können, die Demokratie, die Aristokratie und die Monarchie, je nachdem die ganze Masse des Volks oder eine bestimmte Klasse, deswegen die vornehmere, an der Regierung theilnimmt, oder diese sich in den Händen eines Einzelnen befindet. Erst vor nicht langem ist man inne geworden, dafs die in der neueren Zeit entstandenen mannigfaltigen Verfassungen sich unter jene Eintheilung nicht schmiegen wollen, und erst seitdem hat sich die Meinung gebildet, dies gerade sei eine Nebensache ob die Regierung in den Händen Einer oder mehrerer physischen Personen sei, vielmehr seien in der Einheit der Regierung drei Thätigkeiten zu unterscheiden, die gesetzgebende, vollziehende und richterliche, und diese bei der Betrachtung des Staates zum Grunde zu legen, so dafs ob alle diese Gewalten in Einer moralischen Person vereinigt oder unter mehrere vertheilt wären den Haupteintheilungsgrund ausmache. Diese beiden Massen von Grundbegriffen, die eine aus der alten, die andere aus der neuen Zeit, sind es, welche ich hier einer näheren Prüfung zu unterwerfen gesonnen bin, jedoch lediglich in der Beziehung, ob jene hellenischen Formen wirklich aus

verschiedene Arten der Staatsverbindung feststehen oder nicht, und ob dieser Gegensatz von der Vereinigung oder Vertheilung der Gewalten sich dazu eigne bestimmte Begriffe verschiedener fest von einander zu sondernder Staatsformen daraus zu bilden.

Jene drei antiken Formen zuerst erscheinen bei näherer Betrachtung auf alle Weise schwankend, so daſs sie durchgängig in einander übergehen und mit einander verwechselt werden können. Oder wie lieſse sich wol eine Volksgemeinde denken, ohne daſs Einige, sei es durch ihre Kenntniſs der Sache und durch die Gewalt der Rede, sei es auch durch ihren Privateinfluſs auf einen groſsen Theil der Bürger, die Wortführer wären, die übrigen aber einen geringeren mehr leidentlichen Antheil an den Geschäften nähmen? Wenn nun diejenigen, die schon zeitig eine Aussicht haben auf einen solchen leitenden Einfluſs, die Schüler jener Wortführer werden, sich die Gewalt der Rede erwerben und die verschiedenen gangbaren Ansichten sich aneignen, so daſs sich eine gleichsam erbliche Ueberlieferung bildet, und die Volksleiter ihnen ähnliche Nachfolger haben: so wird ja die Demokratie stets von einer kleinen Zahl reicher angesehener gebildeter, das heiſst der That nach aristokratisch verwaltet, und wird auch je mehr die Masse sich bei ihrer Passivität beruhigt um so mehr im Begriff scheinen auch der Form nach in Aristokratie überzugehen, bis irgend ein Sturm vielleicht den ursprünglichen Zustand herstellt, da denn dieselbe Annäherung von vorn anfängt. Auf der andern Seite, wenn die demokratischen Wortführer unter sich zerfallen, und einer von ihnen mit seinem Anhange durch eine meistens ziemlich gelinde Gewalt über die andern siegt und sich der Regierung anmaſst: so ist genau genommen kein wesentlicher Unterschied zwischen diesem Siege auf längere Zeit der einen scheinbar monarchischen Zustand herbeiführt, und jenen Siegen die sonst bei einzelnen Unternehmungen ein Partheihaupt, auch nicht selten durch unruhige Volksbewegungen, und indem die lose Freiheit der demokratischen Form nahe an den Tumult und die Anarchie streifte, über die andern davongetragen hat. Ferner, wenn nun der so entstandene Oberherr oder Tyrann die Saiten zu scharf anzieht, und Verschwörungen sich bilden, und das Volk seine alten Rechte herstellt: müssen wir dann nicht sagen, der Staat sei die ganze Zeit über derselbe geblieben, und die Monarchie sei nur sein Krankheitszustand gewesen, wie auch die Aristokratie die auf der Passivität der Masse beruhte nur ein Krankheitszustand war? Kann aber ein Zustand, der als

Krankheit vorkommt und vorübergeht, doch als eine eigne Art des Daseyns angesehen werden? Setzen wir hingegen den Fall, das Volk erlange seine Rechte nicht wieder, sondern die Häupter der Verschwörung theilen sich in die unrechtmäſsige Erbschaft: so werden sie, so lange dies dauert, eine Aristokratie darstellen; aber wird man dann sagen, es hätten in diesem Lande und unter diesem Volke drei Staaten nach einander bestanden, ein demokratischer, ein monarchischer und ein aristokratischer, oder wird nicht jeder sagen, derselbe Staat habe nach einander diese drei Veränderungen erlitten? Sie sind also Zustände, welche ein und dasselbe Individuum nach einander annehmen kann; kein einzelnes Ding aber kann nach einander zu verschiedenen Arten gehören. Eben diesen Kreis nun kann die Aristokratie durchlaufen; denn die herrschende Kaste kann über die andern Glieder des Staates so weit hervorragen, daſs diese neben ihr kaum für Bürger zu halten sind, und unter sich ganz demokratisch constituirt seyn, und also auch ihre Wortführer haben denen das gleiche begegnen kann; und wenn aus Folge einer Partheiung Einer Herr geworden, kann durch Gegenpartheiung das [illegible]te hergestellt werden. Oder wenn gutmüthige Aristokraten der Zahl nach schwach geworden sich mit dem Volk allmählig verschwägern, und aus dem Volk unter sich aufnehmen; wenn auf der andern Seite vernünftige Demokraten zu zahlreich werden, und deshalb das Recht zur Volksgemeinde und zu den Aemtern zweckmäſsig beschränken: so ist beides keine Staatsverwandlung, und doch wird jene Aristokratie dieser Demokratie so ähnlich geworden seyn, daſs man sie nicht anders unterscheiden kann als indem man die vorige Zeit zu Hülfe nimmt.

Aber nicht das nur, daſs diese verschiedenen Formen nach einander Zustände desselben Staatskörpers seyn können; sondern auch in demselben Augenblick kann derselbe Staat das eine seyn wenn man auf den Buchstaben, ein anderes aber wenn man auf das wahre Wesen sieht, wie auf gewisse Weise schon im obigen liegt, auf andere aber noch mehr erhellt aus folgendem. In einer Demokratie haben doch die Knechte nie das Recht der Gemeinde, denn es ist wider die Natur. Wenn nun von den Knechten viele freigelassen werden und eigenes Hauswesen bilden, und sich vielleicht über die Zahl der Bürger mit vollem Rechte vermehren, ihre Nachkommen aber, weil durch die Abstammung kenntlich, eben so wenig das gemeine Recht erlangen als die Väter: würden dann nicht im Staate zwei Kasten seyn wie in Aristokratien zu seyn pflegen, und wie soll der Staat

genannt werden, so oder so? Oder wenn in einem Staat die Gesammtheit des Adels das Regiment führt, es giebt aber außer dem Adel nichts als kleine Leute, die ihm eigen sind, wie wollt ihr den Staat nennen? Denn wenn wir diese die Bauern und Handwerker ihres Gewerbes wegen als Volk ansehn: so ist ja gewiß der Staat eine Aristokratie. Wenn wir aber bedenken, daß jeder Adeliche mit seinen Eigenen nur Ein wenn gleich sehr erweitertes und vielleicht über viele Ortschaften verbreitetes Hauswesen ausmacht: so werden wir gestehen müssen, das Regiment sei bei der Gesammtheit der Hausväter und also demokratisch.

So steht es demnach mit dieser Eintheilung, daß festgesonderte Arten des Staats dadurch nicht scheinen bezeichnet zu seyn. Und dies hat sich nicht etwa ergeben, weil wir die bei uns oft gemißbrauchten Ausdrücke auch mißverstanden hätten; sondern von den eignen Erklärungen der Hellenen, bei denen sie einheimisch waren, ist alles ausgegangen. Dennoch aber können diese Begriffe, demokratisch aristokratisch und monarchisch nicht leer seyn; denn sie sind nicht erfunden oder gemacht, gleichen also keineswegs jenen künstlichen Klassen und Ordnungen in der Naturbeschreibung, denen kein lebendiger Typus des ganzen Daseyns zum Grunde liegt, sondern im Gegensatz mit jenen gleichen sie vielmehr den natürlichen Familien und Geschlechtern. Denn diese Ausdrücke sind in der hellenischen Sprache lebendig gewachsen und als leitende Begriffe darin fixirt, und müssen also auch einen festen Inhalt haben. Nur ist nicht zu läugnen, daß man die neueren großen Verfassungen fast gar nicht unter sie bringen kann; indem sich in denselben nicht nur Elemente die man demokratisch und solche die man aristokratisch nennen muß, unter sich und mit monarchischen häufig vereint finden, ja daß man oft, wenn man sie mit jenen Begriffen vergleicht, nicht weiß ob man Einen Staat oder mehrere vor sich hat; sondern auch wenn wir auf die Monarchie allein sehen, so bieten die einzelnen Staaten die unter diesen Begriff fallen größere und auf das ganze häusliche und öffentliche Leben einflußreichere Unterschiede dar, als wodurch jene Gattungen sich von einander unterscheiden, wenn wir auf das hellenische Leben sehen zu der Zeit wo jene Verfassungen in ihrer höchsten Blüthe standen. Und diese Vergleichung vorzüglich, nicht das, was wir bis jetzt schwieriges an jenen alten Begriffen auseinandergesetzt haben, ist Veranlassung geworden, daß die Neueren jene alte Eintheilung als für die festen Unterschiede der Staaten unzulänglich verworfen, und da-

für den Gegensatz von der Trennung und Vereinigung der verschiedenen Gewalten aufgestellt haben, den ich nun eben so betrachten will.

Wenn die Regierungsthätigkeit wirklich aus drei bestimmt zu unterscheidenden Verrichtungen, der gesetzgebenden, vollziehenden und richterlichen besteht: so können diese freilich auf verschiedne Weise vereinigt und getrennt seyn. Aber ohne mich darauf zu berufen, daſs noch niemand weder nachgewiesen hat, die natürliche Staatsbildung sei jemals diesem Schematismus gefolgt, noch geschichtlich gezeigt, die am meisten von einander abweichenden Staaten unterschieden sich wirklich hauptsächlich in Gemäſsheit dieser Trennungen und Verbindungen, will ich zunächst nur dabei stehen bleiben, daſs die ganze Voraussetzung näher betrachtet nicht statt findet. Denn die richterliche Gewalt besteht aus zwei wesentlich ganz verschiedenen Zweigen, der bürgerlichen Gerichtsbarkeit und der Strafgerichtsbarkeit. Die erste hat es nur mit Irrthümern zu thun oder mit verschiedenen Ansichten welche stattfinden können über die Anwendung der geschriebenen oder ungeschriebenen Gesetze auf einen vorliegenden Fall. Denn wenn jemand wissentlich dem andern sein Recht vorenthält: so fällt sein Verfahren streng genommen als intendirter Betrug schon der Strafgerichtsbarkeit anheim. Ist aber nicht das Ausgleichen solcher Fälle eine bloſse Ergänzung entweder des Bewuſstseyns über die erste Erwerbung des Eigenthums mit dem Staat zugleich oder vor ihm und dann sein geschichtliche Auslegung, oder der gesetzgebenden Thätigkeit die jene Erwerbung bestätigt hat oder modificirt, und dann ihr angehörig, wie denn die Verhandlungen und Resultate der Rechtspflege überall die Grundlage geben zu Erläuterungen und Verbesserungen des Codex? Und müssen nicht die Personen als ein Bestandtheil der gesetzgebenden Gewalt angesehen werden, die ihr so vorarbeiten und sie ergänzen? Was aber die Strafgerichtsbarkeit betrifft: so ist sie als Kriegführung gegen den inneren Feind eben so wesentlich ein Theil der vollziehenden Gewalt wie die Kriegführung gegen den äuſseren Feind. Also fällt die Dreiheit in dieser Eintheilung schon weg, und es bleibt nur die einfache Zweiheit übrig, welche in Bezug auf Verbindung und Trennung betrachtet und in Vergleich mit den obigen antiken Begriffen folgende Fälle ergiebt. Gesetzgebung und Vollziehung vereinigt, welches, sei nun beides in Einem, oder in Einigen oder in Allen, nach dieser Theorie der despotische Staat oder kaum ein Staat ist, Gesetzgebung und Vollziehung getrennt entweder beide in Vielen, welches eine Republik wäre,

wäre, oder diese in Einem und jene in Vielen, welches eine verfassungsmäſsige Monarchie wäre, denn daſs Einer könne der Gesetzgeber seyn und Viele die Vollzieher, wird niemand für möglich halten, wiewol aus den Begriffen selbst keinesweges erhellt, warum nicht. Diese wenigen Rubriken, bei denen nun doch die alten Begriffe zu Hülfe müssen genommen werden um sie zu Stande zu bringen, wollen aber auch keine Hülfe leisten um die vorhandenen verschiedenen Staatsformen zu ordnen. Denn betrachtet man die, in denen sich getrennte Gewalten zeigen, so wird man überall finden, daſs entweder das Organ welches die gesetzgebende Gewalt repräsentirt etwas von der vollziehenden, oder umgekehrt das die vollziehende Gewalt repräsentirende etwas von der gesetzgebenden an sich gezogen hat, so daſs es auch hier auf jeden Fall noch anderer Erklärungen bedarf und ein anderer Gesichtspunkt muſs aufgesucht werden. Aber noch sind wir nicht einmal so weit; denn ich muſs noch weiter fragen, wer kann feste Gränzen ziehen zwischen der gesetzgebenden Thätigkeit und der vollziehenden? Nicht etwa deshalb nur, weil unter einem gewaltthätigen Regenten immerfort die vollziehende Gewalt in das Gebiet der gesetzgebenden eingreift, sogar ohne daſs man ihr nachweisen kann, sie habe den Buchstaben der Form verletzt; sondern ganz allgemein möchte ich behaupten, daſs wenn man anders die vollziehende Thätigkeit so fassen will, daſs sie eine eigenthümliche und gleich unmittelbare Aeuſserung der Staatsgewalt sei wie die gesetzgebende, man bestimmt im Begriff keine Entgegensetzung zwischen beiden festhalten könne, wodurch sie völlig und allgemein gültig geschieden würden. Denn wenn man davon ausgeht die Gesetzgebung habe es mit der Einheit des Allgemeinen zu thun, die Vollziehung aber mit der Vielheit des Besonderen in allen unter jenes Allgemeine gehörigen Fällen: so ist dieser Gegensatz zwischen dem Allgemeinen und Besonderen doch nur ein flieſsender; denn jedes Allgemeine kann auch als ein Besonderes angesehen werden, weil es zu jedem ein noch allgemeineres giebt und umgekehrt. Und wie wenig entspricht es diesem Eintheilungsgrunde, wenn ein Privilegium oder ein Monopol zu ertheilen, das doch nur Wenige trifft, ein Act der Gesetzgebung ist, den Krieg und Friedensstand aber zu bestimmen, wobei das allgemeine Wohl Aller weit mehr betheiligt ist, von der vollziehenden Gewalt abhängt. Geht man hingegen davon aus, die Gesetzgebung müsse ihrer Natur nach überall das erste seyn, und die Vollziehung das zweite: so wird auch jeder erste Act, wenn die Gesetzgebung nicht im un-

sichtbaren verschwinden soll, aus mehreren Theilen bestehen, und manches davon eben so gut können zum zweiten Act gerechnet werden. Nur ein Beispiel statt aller möge die Sache erläutern. Es gehört in vielen Staaten zum Gebiet der Gesetzgebung die laufenden Abgaben zu bestimmen, die Art und Weise der Erhebung, die Bestellung des dazu nöthigen Personals fällt schon als zweiter durch jenen bedingter Act dem vollziehenden Organ anheim. Aber diese Theilung ist an und für sich ganz willkührlich. Denn man könnte eben so gut sagen, schon jener erste Act zerfalle in zweie, nemlich in Feststellung der aufzubringenden Summe, und in die Bestimmung der Objecte und Handlungen, von denen sie solle genommen werden, und nur jener eigentlich erste gehöre für die Gesetzgebung, der zweite beziehe sich schon mehr auf die Art und Weise der Herbeischaffung, und werde daher billig der vollziehenden Gewalt überlassen, die, wenn sie weise ist, gewiſs eben so richtig verfahren werde, wie eine weise Gesetzgebung es nur könne. Oder eben so könnte man umgekehrt sagen, bestimme die Gesetzgebung einmal die Abgabe, was schon zur Art und Weise der Erhebung der Summe gehöre, und habe also ihre Schranken durchbrochen; so könne sie eben so gut nun auch alles übrige festsetzen. Und so wird es immer aus Mangel an sichern Grenzen entgegengesetzte Ansichten geben, deren eine diese die andere jene Gewalt ausdehnt und ihr Gegentheil beschränkt, bis die eine fast alles geworden ist im Staat und die andere fast nichts. Denkt man nun aber gar es gebe um die Grenzen beider Gewalten und ihre Gestaltung zu bestimmen eine Constitution; so verschwindet für den Begriff der Gegensatz beider Gewalten noch mehr. Denn wenn eine Constitution nicht bloſs formell ist, und eine solche hat in der Wirklichkeit noch nie bestanden: so muſs sie wenigstens in gewissen Hauptpunkten das eigenthümliche Wesen des Staats ausdrücken, aus welchem ja das gesetzgebende Organ nicht herausgehen darf, und wird also dieses beschreiben; ja man kann sagen, je vollkommner die Constitution ist, um desto mehr läſst sich die gesammte laufende Gesetzgebung nur als Vollziehung ansehn; denn sie hat nichts zu thun, als fortwährend die Constitution auf die vorkommenden Umstände anzuwenden und in ihnen zu realisiren, so daſs sie nur dem Grade nach von der eigentlichen Vollziehung verschieden ist. Hat aber der Staat keine Art von Constitution, so scheint es fast als könnten auch die beiden Gewalten nur getrennt seyn in der Form verschiedener Behörden; dann aber wird alles willkührlich und flieſsend, und nichts kann auf

allgemeine Weise im Begriff festgehalten werden. Wenn also die richterliche Function ganz in den andern beiden verschwindet, und diese begriffsmäßig nicht können streng gegen einander abgegränzt werden: so können sie freilich auf gar verschiedene Weise hie und dort gestaltet seyn, aber nur ein festes Princip um die große Mannigfaltigkeit der Staatsformen danach zu ordnen, gewährt dann diese ganze Betrachtung nicht; sondern es kommt vielmehr darauf hinaus, daſs in jedes einzelnen Staates Verfassung oder Observanz das Gebiet der einen von dem der andern zwar bestimmt kann getrennt seyn, daſs aber diese Grenzbestimmung in jedem Staate der nicht blindlings einem andern nachahmt, sondern sie unabhängig aus seinem Bedürfniſs und seiner Natur gemäſs ordnet, eine andere seyn wird, so daſs wir auch von hier aus allmählige Uebergänge die Menge finden, aber keine festen Klassen und Abtheilungen. Dennoch können auch diese modernen Begriffe eben so wenig leer seyn als jene antiken; denn wenn sie auch von Anfang an vielleicht etwas mehr Bezug auf die bloſse Theorie gehabt haben als jene, so sind sie doch zu leicht und allgemein in die Sprache der politisch gebildeten Völker unseres Welttheis übergegangen, als daſs sie nicht etwas mit der verschiedenen Gestaltung der Staaten auf das genaueste zusammenhängendes enthalten sollten. Es kann daher nur an der Art der Untersuchung liegen, wenn wir in beiderlei Begriffen weder gefunden haben was wir suchten, noch auch den Grund entdeckt warum sie das nicht enthalten können; und es wird uns vielleicht besser gelingen, wenn wir einen andern Weg einschlagen und den Inhalt dieser Begriffe nicht als gegeben behandeln, sondern vielmehr genetisch aufzufassen suchen.

Denn die allgemeine Frage, welches sind die verschiedenen Arten des Staates? muſs sich auf diese andere zurückführen lassen, auf wie verschiedenerlei Weise kann ein Staat entstehen? Denn jeder entsteht ja gleich nicht als ein Staat im allgemeinen, sondern als ein solcher und solcher — sonst nemlich gäbe es überhaupt nur verschiedene Zustände, nicht verchiedene Arten des Staates — die Form aber, die ein Ding in seinem Entstehen zeigt, ist auch die unter der es fortbesteht, wenn es nemlich dasselbe Ding bleibt und die Form des vollendeten Entstehens richtig aufgefaſst worden. Wir müssen also zunächst überhaupt fragen, wie und wodurch entsteht ein Staat, nemlich aus seinem Gegentheil dem Nichtstaat, und müssen dabei Achtung geben auf das, was hiebei immer dasselbe seyn muſs, und was davon auch verschieden seyn kann, nemlich nicht sowol auf unbe-

stimmte Weise verschieden, denn dieses können wir nicht brauchen um Arten der Staatsform festzustellen, sondern was auf bestimmte Weise verschieden ist. — Indem ich mich aber auf die Frage zurückwerfe, wodurch der Staat entstehe, so bin ich keineswegs gesonnen den alten Streit darüber zu erneuern, ob der Staat auf göttliche Weise entstehe oder auf menschliche, und im letzten Fall ob durch Usurpation oder durch Vertrag. Sondern ich meine es nur so: Indem sich ein Staat bildet, was entsteht das vorher noch nicht da gewesen? Dieses aber scheint nicht schwer zu beantworten. Das immer schon vorher da gewesene, der Stoff gleichsam des Staates ist ein Volk, eine naturgemäſs zusammengehörige und zusammen lebende Masse, ohne Volk kein Staat. Wenn wir uns Menschen von allerwärts her zusammen getrieben oder geweht denken, und diese könnten auch unter Gesetze gebracht werden, wie die Sage das alte Rom darstellt: so werden wir dieses doch schwerlich eher einen Staat nennen, bis wir auch die Masse ein Volk nennen können, nemlich bis Boden und Menschen von einander Besitz genommen haben, bis wenigstens ein zweites Geschlecht Eingeborner da ist, welches durch Anhänglichkeit an den gemeinsamen Boden und an die gleichen Lebensbedingungen auch auf eine natürliche Weise verbunden ist. Der Staat aber ist die Form des Volkes, das Volk ist nur völlig ausgebildet, wenn sich diese Form rein und vollendet in ihm darstellt. Aber das Volk ist eher als diese Form an ihm sichtbar wird; seine ersten Zustände sind nur Annäherungen zu derselben; und wenn wir gleich keinen Staat mit geschichtlicher Gewiſsheit bis auf seinen ersten Anfang verfolgen können: so giebt es doch in unserm Bereich Völker, die auch jetzt streng genommen noch nicht im bürgerlichen Verein sondern nur in den Annäherungen dazu leben, so daſs wir beide Zustände wol mit einander vergleichen können. Rücken wir nun die Punkte so nahe als möglich zusammen; ein schon vorgeschrittenes Volk, dem gleichsam nur noch das rechte Wort fehlt um die Form des Staates zu finden, und einen gleichsam frisch und möglichst leicht aus jenem Zustande hervorgegangenen Staat: so wird in diesem sonst ganz dasselbe seyn wie in jenem. Die Geschäfte die die Nachbarn in der Horde trieben, werden die Bürger im Staate forttreiben, ein erweiternder Einfluſs desselben auf ihre naturbildende Thätigkeit kann nur allmählig eintreten. Was im Staat als Recht und Pflicht feststeht, wird ziemlich dasselbe seyn, was vorher Sitte und Gewohnheit war; und wenn die Bürger im Staat durch das Gesetz zusammen gehalten werden, so hiel-

ten auch die Nachbarn in der Horde zusammen, und ganz von selbst hätte keiner sich von den andern getrennt. Nur dies erscheint als der schneidende Unterschied, vorher wenn sie dasselbe trieben war es bewusstloser Instinkt, fortgepflanzte Gewohnheit, jetzt ist es eine mit Bezug auf die Bedürfnisse des Ganzen unternommene und vertheilte Arbeit; wenn vorher einer Rache übte, handelte der von den Andern stillschweigend gebilligte und getheilte Affekt, jetzt tritt an seine Stelle die vom Gesetz bestimmte Strafe, und vorher wenn sie zusammenblieben war es eine wahrhaft mechanische Cohäsion des Gleichartigen, jetzt ist es Vaterlandstreue, die zwar an sich keinen höheren Grad und keinen weitern Umfang hat als jene, aber die sich als das erkennt was sie ist. Kurz, indem der Staat wurde, ist nur die sonst schon vorhandene Gesinnung und Thätigkeit im Gesetz zusammengefaſst und dargelegt worden; was da war ist nun auch ausgesprochen, die bewuſstlose Einheit und Gleichheit der Masse hat sich in eine bewuſste verwandelt, und diese Entstehung des Bewuſstseyns der Zusammengehörigkeit ist das Wesen des Staates. Allein wie es kein Bewuſstseyn giebt als nur mit dem Gegensatz zugleich: so besteht auch im Volk das Bewuſstseyn seiner Zusammengehörigkeit nur im Gegensatz mit dem Bewuſstseyn des Fürsichbestehens jedes Einzelnen. Daraus bildet sich der Gegensatz von Herrschenden und Beherrschten, von Regierung und Unterthan; dieser irgendwie gebildete Gegensatz ist das wesentliche Schema des Staates, und das Bestreben diesen Gegensatz und mit ihm das Bewuſstseyn von dem Verhältniſs des Einzelnen zu einem bestimmten Naturganzen hervorzurufen, dem ganzen Leben einzuprägen und selbstthätig zu erhalten ist es, was ich im engeren Sinne den politischen Trieb nenne. Ehe dieser nämlich erwacht ist giebt es keinen Unterschied zwischen dem Seyn und Thun des Einzelnen und dem Seyn und Bestehen des Ganzen, das dunkle Gefühl des geselligen Menschen vor dem bürgerlichen Verein, ähnlich jenem unvollkommnen kindischen Bewuſstseyn, welches sich und den Gegenstand noch nicht recht aus einander zu halten weiſs, unterscheidet sich als Einzelnes noch nicht bestimmt, und stellt eben so wenig sich bestimmt das Ganze gegenüber, so daſs alle Handlungen innerhalb des Ganzen in dieser Hinsicht nur Eine gleichartige Masse bilden. So wie wir uns aber den Staat denken auch schon in seinen ersten Anfängen, so ist mit dem Bewuſstseyn des Ganzen auch das des Unterschiedes zwischen dem Einzelnen und dem Ganzen erwacht, das Selbstbewuſstseyn und somit auch der Selbsterhaltungstrieb zer-

fällt in zwei vorher ungeschiedene Momente, nemlich das Privatinteresse und den Gemeingeist, und wenn auch nicht bestimmt zwei Klassen von Menschen, doch zwei sich bestimmt auf einander beziehende Massen von Handlungen treten aus einander. Die Handlungen der Unterthanen als solcher oder das ganze Gebiet der Geschäftigkeit im weitesten Sinne sind diejenigen Handlungen welche das Bewufstseyn der Einheit des Ganzen und der Gleichheit aller Theile mit dem Ganzen nicht unmittelbar in sich tragen, diejenigen welche die Einzelnen zunächst nur auf sich als Einzelne beziehen, aber die eben deshalb auch, wenn anders die Einzelnen wirklich Bürger sind, sich abhängig erklären von der anderen Reihe. Diese, die Handlungen der Obrigkeit, oder im weitesten Sinne Recht und Gesetz, sind diejenigen Handlungen, welche nur jenes Bewufstseyn ausdrücken, welche unmittelbar nur dem Ganzen, nicht auch dem Einzelnen der sie gleichsam zufällig verrichtet, beigelegt werden, welche Reihe aber eben deshalb auch strebt sich überall jener andern Reihe einzubilden. Denn nur in der Vermittlung dieses Gegensatzes ist das wirkliche bewufste Leben des Staates. Gesetz und Geschäft bestehen in ihm nur in Beziehung auf einander; ist das Geschäft nicht dem Gesetz gewärtig, wirkt das Gesetz nicht auf das Gewerbe ein, so ist kein Staat vorhanden.

Fragt man aber, Wie soll denn aus jenem Unbewufstseyn das Bewufstseyn, aus dem Nichtstaat der Staat entstehen: so weifs ich freilich mit keiner Erfahrung zu antworten, die wie gesagt niemals so weit hinaufgeht, sondern nur mit einer vorausgesetzten und sehr unbestimmten Geschichte; denn Erdichtung will ich sie auch nicht nennen, da sie wirklich die allgemeine Geschichte aller Staaten enthalten mufs, ich meine die unbestimmten Grundzüge dessen, was überall den Zwischenraum zwischen beiden Gegebenen, dem Zustande den wir vor dem Staate kennen und den ersten Zuständen des Staates, die wir schon geschichtlich kennen, hier so dort etwas anders wirklich ausgefüllt hat.

Zum Bewufstseyn mufs der Mensch überall geweckt werden; wie sehr seine eigenthümliche Kraft auch von innen treibe und arbeite, sie bedarf doch immer auch eines Stofses um wirklich herauszuschlagen; so jeder Moment der Geburt und der Offenbarung, aber auch die Erfindung und die Begeisterung bedürfen eines wenn gleich oft ganz verborgen bleibenden Anlasses. Weder jene innere Arbeit der geistigen Kraft, die hier in allen Fällen dieselbe seyn wird, noch diesen äufseren Anlafs, der ohne dies sehr ver-

schieden seyn kann, vermögen wir aus dem Dunkel hervorzuziehen. Das aber leuchtet ein, Woher auch wenn die innere Vorbereitung erfolgt ist und ein äufserer Anlafs also wirksam werden kann, woher auch dann dieser Anstofs zum politischen Erwachen kommen möge; in jedem Falle werden wir uns denken können, dafs er die ganze zum Staatwerden reife Masse einer Völkerschaft entweder gleichförmig berührt oder ungleichförmig. Im ersten Falle wird auch jener Gegensatz sich gleichförmig in Allen entwikkeln, in jedem wird Recht und Gesetz sich bilden und das Geschäft sich davon sondern, und dem Wesen nach in jedem gleich rein und kräftig. Also werden auch nicht Einige sich ausschliefsend als Herrscher erheben, und andere sich ausschliefsend als Unterthanen beugen; sondern der Gegensatz von Obrigkeit und Unterthan wird in jedem Bürger ganz seyn. Alle werden in gewissen Momenten sich vereinigen müssen um die Obrigkeit darzustellen, und in anderen wiederum sich trennen um sich als Unterthanen zu zeigen; und dies ist die Demokratie, der durch gleichförmiges Uebergehen einer in sich gleichartigen Volksmasse in das politische Bewufstseyn entstandene und diese Gleichförmigkeit darstellende Staat. Weil aber in diesem Staat Gemeingeist und Privatinteresse sich in jedes Einzelnen Bewufstseyn unmittelbar und immer berühren, wird der Gegensatz zwischen beiden nur schwach aus einander treten, eben deshalb aber auch beides sich nicht innig genug durchdringen; vielmehr das sich häufig durchkreuzende Privatinteresse wird auch den Gemeingeist trüben und den öffentlichen Willen ungleichförmig machen. Der Bürger in der Volksgemeinde vergifst nicht seine Werkstatt, und bezieht seine berathende Stimme mit auf sein Geschäft; der Bürger in der Werkstatt vergifst die Gemeinde nicht, und bezieht sein Geschäft mit auf seine politische Würde. So unmittelbar und tumultuarisch einander begegnend stöfst dann beides oft hart an einander, wenn Einer im Andern das Privatinteresse da findet, wo der Gemeingeist seyn sollte, die Bewegungen sind unruhig, das Gesetz schwankend, das Geschäft unsicher, und somit der ganze Staat schwach. — Im andern Fall, wenn eine in sich gleichartige und im Ganzen zum Staatwerden gleich reife Masse von dem staatbildenden Anstofs dennoch ungleichförmig berührt wird, kann es Ein Einzelner seyn den er vorzüglich trifft oder mehrere. Dafs das politische Bewufstseyn sich nur in Einem aus einer solchen Masse entwickle, ist freilich kaum anders zu denken als in einem Moment, wo gerade sein Geschäft und Talent ihm einen ausgezeichneten Einflufs giebt, und die Menge das Be-

dürfnifs desselben fühlt, oder es müfste denn ein Fremder in dem es von Hause her schon entwickelt ist unter eine ungebildete aber doch zum Staatwerden einigermafsen reife Masse verschlagen werden, wie man denn von vielen Staaten glaubt, dafs sie durch Einwanderer zuerst gebildet worden. Dafs es sich in Mehreren zugleich entwickle ist aber noch schwerer zu denken. Denn der auch nur um ein weniges früher ausbrechende wird schon immer den Vorrang vor den Andern haben, denen nur übrig bleibt sich ihm als die ersten anzuschliefsen. Oder wenn wirklich Mehrere zugleich anfangen den Staat bilden zu wollen: so wird entweder ein Kampf entstehn in welchem Einer siegt und die Andern in die Masse zurücktreten, oder ein Wetteifer während dessen sich der politische Trieb desto leichter der ganzen Masse mittheilt. Bleiben wir jedoch dabei, die politische Entwicklung beginne in Einem: so wird freilich ein solcher das in ihm erwachte Bewufstseyn den Andern, sofern sie dazu reif sind, mitzutheilen im Stande seyn, und sie ihrerseits werden es, weil der natürliche Keim dazu in ihnen nicht minder schon liegt, gewifs auch aufnehmen; aber indem es sich nicht ursprünglich in ihnen entwickelt hat, und sie es also auch nicht von dem gegebenen Anlafs aus selbständig fortbilden können, werden sie dadurch nur geneigt gemacht werden von jenem abzuhangen und sich von ihm leiten zu lassen, und dies ist die ursprünglichste und einfachste Monarchie. Kann aber wol aus einer sonst gleichartigen Masse Einer in seiner politischen Entwicklung den Andern allen so vorausgehn, dafs nicht, wenn einmal durch ihn geweckt und in das Ganze immer mehr hineingelebt, die Andern ihm wenigstens allmählig nachkämen, früher freilich wenn er ein einheimischer und später wenn er ein Fremder war? und wird dann nicht diese Monarchie sich wieder neigen zur Demokratie und früher oder später auch wol wirklich in sie übergehn? und wenn stufenweise, geschieht es dann nicht durch eine Art von Aristokratie? Auf der andern Seite aber wenn in der ursprünglichen Demokratie ein zusammengesetzteres regeres Leben eingetreten ist durch den Staat, wie er denn immer allmählig das ganze Daseyn erweitert: kann dann wol die Gleichheit des politischen Lebens so fortbestehen, dafs nicht Einige nur, oft auch Einer ein entschiedenes bald formloses bald bestätigtes Uebergewicht übt, und werden dann nicht, wenn auch vorübergehend, aristokratische und monarchische Zustände entweder sich einschleichen oder gewaltsam festgestellt werden? So kommt uns demnach von allen Seiten das alte Spiel des Wechsels der drei Formen

wie-

wieder; aber zuerst sehen wir es gesonderter und begreifen besser, wie in einigen solchen Staaten die Demokratie das herrschende bleibt weil sie das ursprüngliche war, und in dem Ganzen die Annäherung zur Gleichheit vorherrscht, die sich daher, wenn sie auf eine Zeitlang verrückt worden ist, wieder herzustellen sucht, und wie in andern dieselbe monarchische Form, die in jenen nur vorübergehend vorkommt, das herrschende bleibt, weil sie das ursprüngliche war, und weil das Ganze sich mehr zu einer Entwicklung der Ungleichheit seiner Glieder hinneigt. Vor allen Dingen aber erscheint uns dieses ganze Verhältniſs der drei Formen beschränkt durch die ursprüngliche Voraussetzung, und nur aus ihr begreiflich. Denn was wir angenommen haben, jenes leichte ruhige Entstehen des Staates, jener geringe Unterschied zwischen dem Zustande im Staat und dem vor dem Staat, jene Gleichheit und gleiche Zusammengehörigkeit der sich zum Staat verbindenden Masse: dies alles kann, wie gewiſs jeder leicht zugiebt, nur stattfinden in dem engen Gebiet einer einzelnen Völkerschaft oder Horde, welches wir auch damals gleich ausschlieſsend ins Auge gefaſst haben. Nur von einer solchen Demokratie begreifen wir, warum sie mit monarchischen Zuständen wechselt, und nur von einem solchen Königlein, dessen eigner politischer Sinn nicht über seine Horde hinausgeht, und dessen Reich sich auch in diesen Grenzen hält, nur von einem solchen wissen wir, daſs und warum seine Monarchie in einer natürlichen Hinneigung ist zur Demokratie. Vermöge dieser Voraussetzung aber sind alle solche Staaten, welche Form auch in ihnen das Uebergewicht haben möge, sich unter einander mehr ähnlich, und dagegen von denen, die einen gröſseren Umfang einschlieſsen, viel weiter abweichend als nach Maaſsgabe des Unterschiedes der Form.

Dieses nun führt uns ganz natürlich darauf, ob es nicht einen weit bedeutenderen Unterschied giebt, als den jene drei Begriffe, so wie wir sie bis jetzt abgehandelt haben, bezeichnen, und ob man nicht vielmehr diesen recht ins Licht setzen sollte, um nach ihm zunächst die Staaten zu klassificiren, nemlich nach der Kraft, womit das staatbildende Princip sich seines Gegenstandes bemächtiget, ob es nur eine einzelne Horde oder Stamm eines groſsen Volkes gestaltet, oder ob es schon kräftiger eine unbestimmte Mehrheit von diesen umfaſst, oder ob es unbedingt auf die Gesammtheit eines Volkes gerichtet ist, und alle seine Stämme bindet. Denn in solchen Staaten, die ein ganzes aus vielen Horden und Völkerschaften bestehendes Volk zu einem Ganzen verbinden, wird sich vielleicht alles was zum Staat

gehört anders gestalten müssen, als in solchen die nur eine einzelne Völkerschaft oder einige umfassen. Der Mensch ist zwar gewiſs von Natur gesellig, aber wie seine gesammte Natur, so entwickelt sich auch seine Geselligkeit nur allmählig. Jene erste formlose Aeuſserung derselben, das Zusammenleben in einer Horde, hat wie jede Cohäsion ihre bestimmten Grenzen; sie ist durch die unmittelbare Gegenwart bedingt, und trägt die Voraussetzung eines wenn gleich entfernten Familienzusammenhanges, einer Allen fühlbaren Brüderlichkeit in sich. Verschiedene Horden, wenn sie auch noch so nahe verwandt sind und ihre Wohnsitze nur wenig entfernt, fühlen sich doch in jenem Zustande schon getrennt, und befehden sich gelegentlich einander. Jene kleinen Staaten nun, die nur Eine Horde oder Völkerschaft umfassen, sind auch nur eine eben so unvollkommene Entwicklung der geselligen Kraft, und gleichen daher mit Recht den unvollkommnen lebendigen Erzeugnissen im Gebiet der Natur, wo auch die Arten nicht recht fest stehen wollen, sondern in Uebergängen alles in einander flieſst. Und offenbar fallen die Begriffe Demokratie Aristokratie und Monarchie, so wie sie sämmtlich bei den Hellenen selbst vorkommen, überwiegend in dieses Gebiet. Die Hellenen hatten unter sich nur kleine politische Gebilde, auf welche sie ihre Betrachtung richten konnten, schon die groſsen orientalischen Formen blieben ihnen eigentlich fremd. Und wenn sie philosophirend ein hohes Ideal eines Königes in groſsem Styl aufstellen: so war der weder ein kleiner hellenischer König noch auch irgend im wesentlichen dem persischen Groſskönig nachgebildet; sondern dies Ideal war nur der natürliche Ausdruck ihres Gefühls von der Unvollkommenheit der kleinen Verfassungen durch eine Ahnung gröſserer, die allein näher bestimmt wurde durch die Einsicht, daſs dasjenige, worin die Menge unmittelbar herrscht, immer nur etwas geringfügiges seyn könne. Und höher als zu einer solchen Ahnung war diesem geistreichen Volke nicht bestimmt sich emporzuschwingen, wahrscheinlich weil in den damaligen Weltverhältnissen die Nothwendigkeit, daſs auch die Intelligenz in groſsen Massen und Formen existiren müsse, noch nicht gegeben war. Die einzelnen griechischen Staaten vergingen alle als Märtyrer für diese kleinliche Form des politischen Daseyns, bei der ein loses föderatives Band sie nicht zu schützen vermochte. In diesen Staaten also von geringem Umfange stehen jene Formen nicht fest; Demokratie Aristokratie und Monarchie sind nur wechselnde Zustände, welche auf einander folgen, ohne daſs das Individuum ein

anderes wird. Dabei aber ist Grund genug dieser ganzen niedern Stufe die demokratische Form überwiegend zuzueignen, und die andern nur als untergeordnet anzusehn; denn die geringe Spannung des politischen Gegensatzes und das daraus entstehende tumultuarische Wesen ist auch der Charakter der Aristokratien und Monarchien, die wir auf diesem Gebiet erblicken. Nun entsteht uns aber die Frage: wird dasselbe Verhältniſs dieser Formen auch stattfinden in den Staaten höherer Ordnung? In etwas vereinfacht sich uns diese Frage gleich durch die Betrachtung, daſs die Demokratie als oberste Form eines Staates der eine groſse Nation umfaſst, nicht möglich ist, weil ein Zusammentreten aller Bürger in Einer Versammlung um die Obrigkeit darzustellen nicht stattfindet. Denn wollte man auch die äuſsere Bestimmung dahin erweitern, es solle noch für Demokratie gelten, wenn die vom Volk gewählten Repräsentanten oder deren Afterrepräsentanten am Ende in Eine Versammlung zusammengedrängt würden: so könnte doch dabei auch das Wesen der Sache nicht bestehn; denn solche Repräsentanten für die ganze Zeit ihres Zusammenseyns ganz von ihrem Privatleben abgetrennt und auf ihre politische Function beschränkt, können jenes freilich verwirrende aber auch leichte und sich bald wieder fröhlich entwirrende Spiel zwischen Privatinteresse und Gemeingeist, welches der wahre Charakter der Demokratie ist, nicht entwickeln; wie man denn auch die repräsentativen Verfassungen von den Demokratien immer getrennt hat. Es bleibt also von der Frage nur soviel übrig, ob auch in den Staaten von groſsem Umfang Monarchie und Aristokratie nur als wechselnde Zustände vorkommen, oder ob diese Formen hier fester stehen.

Ehe ich aber diese Frage beantworten kann, muſs ich eine andere voranschicken, wie nemlich wol solche ein ganzes Volk umfassende Staaten höherer Ordnung entstehen, ob schon ursprünglich aus dem vorbürgerlichen Zustande? oder wenigstens unmittelbar aus jenen kleineren Staaten durch Zusammenschmelzung? oder ob zwischen beiden noch ein Bildungspunkt liegt, auf dem sich eine Mittelgattung gestaltet? Das erste wird wol nicht leicht jemand annehmen. Denn nur durch ein Wunder könnte der politische Trieb in der ganzen Masse eines in viele Horden und Völkerschaften zertheilten Volkes gleichzeitig und gleichmäſsig erwachen, und eben auch nur durch ein Wunder könnte ein Einzelner aus Einer Völkerschaft in dem jenes Bewuſstseyn erwacht ist, gleichzeitig und gleichmäſsig einen bildenden und unterwerfenden Einfluſs auf alle getrennten Horden und Völkerschaften

ausüben. Also nicht ursprünglich entsteht der grofse Staat, sondern der kleine mufs vorangegangen seyn. Das aber können wir uns sehr leicht und völlig in der Analogie mit dem ursprünglichen Entstehen des kleinen Staates denken, dafs wenn unter einem aus mehreren Völkerschaften alle noch ohne bürgerlichen Verein bestehenden Volk die Staatsform in einer derselben entstanden ist, gleichviel ob demokratisch oder monarchisch, dann der junge Staat sehr leicht, wenn anders die Horden einander feindlich oder freundlich genugsam berühren und sonst günstige Umstände eintreten, auf eine oder die andere noch formlose Horde einen ähnlichen Einflufs ausüben wird, wie der Einzelne, in welchem sich zuerst das politische Bewufstseyn entwickelt, auf seine Horde ausübt, indem er ihr König wird. Auch dieser Einflufs kann sich freundlicher oder gewaltsamer gestalten; wie dem auch sey, so wird durch dieselbe Naturgewalt ein ähnliches Ganzes entstehen wie dort; die eine Völkerschaft wird regieren, wie dort Ein Einzelner König ist, und die andern werden regiert werden wie dort die andern Einzelnen. Jene hat das politische Bewufstseyn diesen mitgetheilt; aber weil es keine selbständige Entwicklung in ihnen ist, so werden sie nur dazu geneigt oder darin bestätigt die Obergewalt jener anzuerkennen, vielleicht nicht selten eben so leicht und freiwillig wie die meisten Menschen für den ersten Anfang Schüler desjenigen werden, der ihnen zuerst das wissenschaftliche Bewufstseyn mitgetheilt hat. Die Mitglieder der regierenden Völkerschaft bleiben aber dabei unter sich durch ihr voriges besonderes Band vereinigt, ja dieses Verhältnifs befestigt sich noch mehr durch das, was sie gemeinschaftlich ausgerichtet haben. In diesem Verhältnifs nun sind sie nach wie vor demokratische Bürger; indem sie jene regieren behalten sie unter sich denselben Charakter, dafs jeder in seiner Person die regierende Thätigkeit, die sich auf das Ganze bezieht, mit der auf das Privatinteresse gerichteten, die dem Einzelnen einwohnt, verbindet. Dieses nun ist eine Mittelform; ihr äufserer Charakter ist das politische Ineinanderseyn eines regierenden und eines oder mehrerer regierten Stämme, wobei ganz zufällig ist ob dieses Ineinanderseyn auf dem Wege friedlicher Einsiedelung und Ueberredung entstanden ist oder durch Krieg und Unterjochung, zufällig auch ob, so nur wenige Stämme eines Volkes vereinigt sind oder alle. Wahrscheinlich aber ist das letzte nicht; denn ein junger Staat der niederen Stufe wird eine so grofse Gewalt nicht bald ausüben können. Welches aber wird der innere Charakter und die nothwendige Geschichte dieser Staatsform seyn? Indem

das gemeinsame Bestreben aller aus dem regierenden Stamm auf das ausschliefslich Fortregieren desselben gerichtet ist, die Unterworfenen aber, je mehr sie von dem politischen Bewufstseyn durchdrungen werden, das Beispiel einer Vereinigung beider Thätigkeiten vor sich sehend und immer besser begreifend, allmählig auch Lust zum Antheil an der Regierung bezeigen: so werden die Herrschenden mifstrauisch gegen die Untergebenen, und um ihnen nicht Blöfse zu geben hüten sie sich zu sehr auf demokratische Weise zu tumultuiren, und bringen ein strenges Maafs in ihre Verhandlungen. Jener äufsere Charakter und dieser innere, das zwiefache Verhältnifs in welchem die regierende Masse unter sich steht und zu der regierten, die ernste und gemessene Gravität der Herrscher und ihr mit der politischen Ausbildung der regierten zunehmendes Mifstraue gegen diese, beide Charaktere in ihrem nothwendigen Zusammengehören, bilden das Wesen der eigentlichen Aristokratie. Und so wird unser nun gefundener Mittelstaat eben so wesentlich aristokratisch seyn, als der Staat der niederen Ordnung wesentlich demokratisch war; aber auch ausweichen wird er können in der äufsern Form. Nemlich demokratisch kann sich ein solches Ganze nicht mehr gestalten. Denn wenn die regierten Stämme sich so heranbilden, dafs aller Unterschied zwischen ihnen und dem regierenden innerlich so ganz verschwindet, dafs äufserlich ihn noch festzuhalten nur frevelhaft wäre; dann ist doch schon des Umfanges wegen die Demokratie nicht mehr möglich. Wol aber kann der wesentlich aristokratische Mittelstaat äufserlich in die monarchische Form hinüberschweifen. Denn wie die einfache Demokratie ohne ihr Wesen zu verändern in jene kleinliche Monarchie übergehen kann: so können auch hier die Regierenden, die unter sich demokratisch verbunden sind, sich unter ein Oberhaupt aus ihrer Mitte stellen, und werden es, wenn das Mifstrauen wächst, leicht thun, so oft sie nur glauben ihre Kräfte auf diese Art am besten vereint zu halten; oder auch auf andere Weise kann eine solche Veränderung eingeleitet werden. Der Staat hat dann äufserlich angesehen eine monarchische Form; aber sein inneres Wesen hat er dadurch nicht im mindesten verändert, das Verhältnifs der regierten Stämme zu dem regierenden bleibt dasselbe, und der König fühlt sich nur diesem innig angehörig ganz in sein Interesse verflochten und ihm weit näher verwandt als jenen. Diese monarchische Form des aristokratischen Staates wird desto häufiger eintreten, da sie auch von dem Falle aus natürlich entsteht, wenn die politisirte Völ-

herschaft, die sich eine oder mehrere noch formlose unterwarf, ursprünglich eine monarchische Form hatte. Denn der König dessen Reich sich so erweitert, und der die politische Kraft ein solches Ganzes zu erhalten und zu bewegen nur in seiner ihm ursprünglich angehörigen Völkerschaft findet, muſs dieser, nach Maaſsgabe wie sich jeder schon vorher politisch ausgezeichnet hat, von seiner Gewalt und regierenden Thätigkeit abgeben und die alten Unterthanen weit über die neuen erhöhend gleichsam zu seines gleichen machen. Vorzüglich aber wird diese Form eintreten, wenn eine staatgewordene Völkerschaft auf dem gewaltsamen Wege ihr politisches Leben erweiternd uncivilisirte Völker oder zerfallende Staaten unterjocht. Der Krieg, in welchem nothwendig Einer herrschen muſs, drückt dann dem ganzen Staat seine Form auf. Die untergeordneten Anführer stehen dem höchsten am nächsten, und herrschen am meisten mit ihm; und je mehr der ruhige Zustand sich festsetzt, in welchem die Obergewalt entbehrlich erscheint und dagegen der unmittelbare Einfluſs der untergeordneten Anführer auf die Masse sich in seiner ganzen Wichtigkeit entwickeln kann; um desto mehr erheben sich diese, und der König wird nur der erste unter Gleichen, indeſs sich häufig die immer nur angeführte und beherrschte Masse der erobernden Völkerschaft mit der der unterjochten bedeutungslos vermischt. Dies ist der Fall der uns in den politischen Gestaltungen des Mittelalters häufig genug vorkommt. Ein solcher also ist der aristokratische König, der bald mehr bald weniger mächtig, bald gewählt bald erblich, immer zwar mehr ist als der kleinere demokratische; aber indem er seine Würde nur darin aussprechen kann, daſs er der erste Edelmann seines Reiches ist, eben dadurch sich weit geringer zeigt als der wahre monarchische Monarch. So ist demnach ihrem Wesen und ihren wechselnden Formen nach diese zweite Ordnung der Staaten beschaffen, welche sich von der ersten dadurch unterscheidet, daſs sie nicht Eine sondern eine Mehrheit von Horden oder Völkerschaften umfaſst, daſs sie auf einer in dieser ganzen Masse nicht gleichförmigen sondern ungleichförmigen Entwicklung des politischen Triebes beruht, in welcher ein Theil des Ganzen sich überwiegend thätig der andere überwiegend leidend verhält, daſs eben deshalb der politische Gegensatz hier stärker gespannt ist, nicht mehr alle zugleich Unterthanen und Gesetzgeber sind, sondern nur einige zugleich regieren und regiert werden, andere aber sich als reine Unterthanen ihnen gegenüber stellen, und daſs endlich diese zweite Ordnung von der demokratischen Form

ganz ausgeschlossen nur zwischen der aristokratischen und der monarchischen sich bewegen kann. Betrachten wir nun dieses und sehen hinauf zu dem Staate der höchsten Ordnung der die Gesammtheit eines Volkes umfaſst, oder vielleicht sonderbar genug gar nach einem noch gröſseren Umfang strebt: so wird freilich schon die Analogie uns reizen und treiben im voraus anzunehmen, daſs ein solcher Staat nun in der monarchischen Form allein feststehen müsse, und was daraus weiter folgt. Doch wir wollen uns hievon nicht bestechen lassen; sondern auf dem bisherigen Wege sehen wie es sich verhalte, und kehren daher zunächst zu der Frage zurück, wie ein solcher die Gesammtheit eines Volkes umfassender Staat wol entstehen könne. Denn wir haben zwar unterdessen gesehen, daſs sich zwischen diesen und den ursprünglichen kleinen Staaten eine Mittelstufe einschiebe: daſs aber diese durchaus vorangehn müsse, ist uns nicht zugleich erschienen; vielmehr bleibt die Frage übrig, wenn ein solcher Staat nicht ursprünglich aus dem Nichtstaat hervorgehn kann, ob er nur unmittelbar aus den kleinen einfachen Staaten oder nur zunächst aus dem mittleren zusammengesetzten Staat, oder eben so gut aus dem einen entstehen könne als aus dem andern?

Um nun hierüber zu entscheiden müssen wir zunächst dieses erwägen. Soll es einen Staat geben, der die Einheit eines ganzen Volkes als eine wahre und nothwendige Natureinheit im Bewuſstseyn auffaſst und in den Formen des Lebens ausspricht: so ist in der Mehrheit kleiner Staaten oder auch in dem zusammengesetzten Staat der eine Mehrheit von Horden umfaſst keinesweges schon ein diesem Staat gleiches nur unbewuſstes Daseyn gegeben, wie wir sehen, daſs zu dem ursprünglichen kleinen Staat das unbewuſste schon in dem jedem Staat vorangehenden Zusammenleben der Familien in Horden gegeben ist. Denn unter den verschiedenen Horden eines Volkes findet keine solche unwillkührliche Cohäsion statt wie unter den Familien einer Horde, und auch in dem zusammengesetzten Staat liegt keine natürliche Anziehungskraft die nothwendig auf alle noch übrigen Stämme desselben Volkes wirkte. Sondern nur sehr leise Vorandeutungen finden sich hiezu, so daſs man streng genommen sagen muſs, das Erwachen des Bewuſstseyns von der Einheit und dem Zusammengehören eines ganzen Volkes, ist eine völlig neue Evolution und eine schlechthin höhere Stufe des politischen Bewuſstseyns und Triebes, die jeden der daran Theil hat, wegen des groſsen Spiels, worin die Thätigkeit eines jeden ver-

flochten ist, über die Bürger aller Staaten kleinerer Ordnung ja über die Regenten von diesen weit mehr erhebt als der Athener sich über den Peparethier fühlte. Eine solche Verschiedenheit politischer Würde kann man dem zusammengesetzten Mittelstaat im Vergleich mit dem einfachen kleinen Staate schwerlich zuschreiben. Also durch bloſse Erweiterung kann dieser Staat weder aus den kleinen Staaten noch aus dem Mittelstaate entstehen, weil durch bloſse Erweiterung kein neues Princip keine höhere Stufe des Daseyns sich bilden kann. Die allmählige Vergröſserung einzelner Staaten der untersten Stufe hat in ihrer demokratischen Natur ihre bestimmten Grenzen, und kann nie den Umfang eines groſsen Volkes erreichen. Bei dem aristokratischen Staat ist eine solche Erweiterung, daſs die herrschende Masse statt einiger allmählig alle noch minder politisirten Stämme des Volkes sich unterwürfe, vielleicht denkbar; aber der herrschende Stamm hörte deshalb nicht auf nach seinem Privatinteresse zu regieren, und niemand kann sagen, daſs dann die Einheit des ganzen Volkes das Lebensprincip des Staates wäre. Also da, wenn dieser Punkt erreicht werden soll, auf jeden Fall eine neue Entwicklung des Bewuſstseyns vorgehn muſs, so stellen wir billig die Frage eben so, wie wir die ursprüngliche gestellt haben. Wir werden der Analogie nach sagen müssen, das Bewuſstseyn der rein nationalen Einheit, wie es zugleich als politischer Trieb thätig ausbricht, könne sich entweder in Einem zuerst entwickeln, oder in Vielen zugleich. Die Vielen können wol offenbar nicht seyn die Unterworfenen des aristokratischen Staates. Vielleicht zwar kann sich in ihnen nach mancherlei Schicksalen nach groſsen Fortschritten in der Bildung der Gedanke einer Nationaleinheit entwickeln, allein theils wird darin zu sehr das Element vorwalten, daſs sie sich dem herrschenden Stamme gleich machen wollen, und wird den Gedanken verunreinigen, theils kann er doch nur frommer Wunsch bleiben, der sich in mancherlei bald mehr bald minder richtigen Theorien entwikkelt, den zu realisiren es ihnen aber an allen Mitteln fehlt, auſser in dem unglücklichen Fall, wenn die Regierung entweder irgend sonst wie in sich selbst zerfällt, oder eine unselige demokratische Revolution hervorruft, welche indeſs als ein in sich schwaches Princip die groſse Umbildung nicht bleibend bewirken kann; und auch nicht darf. Denn wo bliebe die Nemesis, wenn sie auch diejenigen nicht treffen sollte, welche zerstören wollen um zu bauen? Indeſs ist nicht zu verkennen, wie eben diese politische Lage, daſs der Staat das ganze Volks- und Sprachgebiet zu Einem Ganzen ver-

vereinigt hatte, die Idee der Volkseinheit erreicht war, die Verfassung aber immer noch auf dem bedenklichen und nicht mehr haltbaren Punkt der aristokratischen Monarchie stehen blieb, eine von den Natursachen der französischen Revolution war. — Die Vielen also in denen sich dieser höhere politische Trieb entwickeln könnte, müſsten offenbar die einzelnen innerhalb eines Volkes schon bestehenden Staaten theils der niederen theils der mittleren Ordnung seyn. Diesen kann allenfalls auch im ruhigen Nebeneinanderleben allmählig das Gefühl von ihrer höheren gemeinsamen Einheit aufgehn und von ihrer Bestimmung endlich in Einen Staat höherer Ordnung zusammenzuwachsen. Aber auch sie werden das Wort dazu nicht finden, wenn nicht irgend ein äuſserer Anlaſs, sei es eine gemeinschaftliche Gefahr oder was sonst, hinzu kommt. Das erste, und wol das einzige was auf ruhigem Wege erfolgen kann, wird dann wol seyn, daſs die Einheit des Volkes nur dargestellt wird in einer repräsentativen Versammlung von Abgeordneten der einzelnen Staaten, und so entsteht der föderative Staat, oder die Republik der höheren Ordnung. Allein in einer solchen Versammlung sind doch die mehresten überwiegend beseelt von dem Privatinteresse ihrer Particularstaaten, die sie als selbständig anzusehen gewohnt sind; dieses Privatinteresse steht mit dem Gemeinsinn für die Einheit des Ganzen in einem der ursprünglichen Demokratie ähnlichen nur schwerfälligeren Kampf, das höhere Princip hat nirgend ein reines Organ, das Ganze schwankt, ob es Ein Staat seyn soll aus ungleich gebildeten und in gewissen Grenzen noch selbständigen Theilen, oder statt des Bundesstaates nur ein Staatenbund, nur eine unbestimmte Vereinigung mehrerer Staaten auf so lange als ihre Ansichten nicht zu weit auseinandergehen, und dieser schwankende durch oft wiederkehrende Besorgniſs, daſs alles sich lösen werde, stets zerrüttete Zustand, wie soll er anders aufhören, als wenn das höhere politische Princip ein reines Organ gewinnt in einem monarchischen Element, welches Kraft hat das Provincial- und Cantonalinteresse in feste Grenzen zurückzuweisen, und es der Einheit des Ganzen unterzuordnen. So daſs auch bei dieser Entstehungsart der Staat der höchsten Ordnung nicht eher ganz und wirklich da ist, als mit der monarchischen Form zugleich. — Soll aber das höhere Princip der wahren Volkseinheit in einem Einzelnen ursprünglich sich entwickeln: so könnte wol unter günstigen Umständen in einem von jenen kleinen Königen einer einzelnen Völkerschaft diese Idee

erwachen; allein wie wollte er bei so geringer Macht sie darstellen? Denn wenn es ihm auch gelingt seine eigene Völkerschaft damit zu beseelen: so wird doch nur zu leicht hieraus die vorige aristokratische Form entstehen, in der die Einheit des Ganzen nicht als Princip durchbricht; und eben deshalb wird entweder die Anstrengung erschöpft seyn, ehe der ganze Umfang erreicht ist, oder des ruhige Bestehen des Ganzen immer unterbrochen werden durch den Kampf einzelner Völkerschaften um die Herrschaft des Ganzen, welches die Geschichte der drei alten westasiatischen Monarchien gewesen ist. Es scheint also, wenn die Idee von der Einheit eines grofsen Volkes auf bleibende Art und durch Eine Evolution politisches Princip werden und einen Staat dieser höchsten Ordnung bilden soll: so muſs sie erwachen in einem aristokratischen Staat, der schon einen bedeutenden Theil des Volkes ausmacht; aber nur unter folgenden Bedingungen scheint dies am glücklichsten geschehen zu können. Nemlich die unterworfenen Stämme müssen schon so weit durch die Länge der Zeit politisirt seyn und ihre Bildung der des herrschenden so das Gleichgewicht halten, daſs längere Fortdauer der politischen Ungleichheit unnatürlich scheint. Der Staat ferner muſs eine monarchische Form haben, die feststeht und Vertrauen einflöſst — denn in der aristokratischen wird das Miſstrauen nie so weit zu überwinden seyn, daſs alle Kräfte sich in dem grofsen Werke vereinigten — und den aristokratischen König muſs diese Idee vorzüglich beseelen. Dieser ist dann ohnstreitig ganz vorzüglich geeignet einen Staat der höchsten Ordnung zu gründen. Er kann sich unter diesen Umständen über das Privatinteresse des herrschenden Stammes genugsam erheben um die Idee aufzufassen, und er ist mit Macht genugsam ausgerüstet um sie zu realisiren, je näher er dem unumschränkten steht desto leichter, je mehr noch in das Interesse des herrschenden Stammes durch eine Art von Abhängigkeit verflochten, um desto schwerer freilich. Und dies scheint das wahre an dem Worte, daſs ein König unumschränkt seyn muſs um seinem Volk die Freiheit zu geben, denn die Freiheit aller ist nur in der festen Einheit des Ganzen. Lebt aber und handelt erst der Theil des Volks den ein solcher König unmittelbar beherrscht mit ihm und durch ihn ganz in dem Gefühl der grofsen Volkseinheit, dann wird auch die Kraft nicht fehlen die noch vereinzelten Theile plötzlich oder nach und nach mit dem, in welchem die Idee schon lebt zu verbinden, und der Staat der höchsten Ordnung ist im

werden, bis zuletzt das ganze Volk unter Ein grosses und vollkommenes Band zusammengefasst ist. Hat so der aristokratische König das grosse Werk, wozu er berufen ist ausgeführt: so ist er denn auch äusserlich, was er innerlich schon als er es anfing muss gewesen seyn, nemlich der wahrhaft monarchische Monarch im höchsten Sinne des Wortes. Wie dieser und also auch der Staat der höchsten Ordnung wesentlich muss beschaffen seyn, das ist was noch übrig zu sehen.

Zuerst erhellt aus dem Gesagten die Richtigkeit des oben geahndeten. Wie nemlich der ursprüngliche kleine Staat unter dreierlei Formen werden konnte, und also auch gleich gut unter allen dreien bestehen, der mittlere nur unter zweien werden und eben so bestehen: so kann dieser dritte und höchste, wie er nur in einer Form ganz und vollständig werden konnte, so auch nur unter der einen fest und sicher bestehen, nemlich unter der streng und ächt monarchischen. Ferner wie in dem niedrigsten Staat der politische Gegensatz am schwächsten war, indem jeder gleich gut war oder seyn konnte Obrigkeit wie Unterthan, in dem zweiten Staate aber stärker gespannt indem nur Einige beides vereinigten, Andere aber nicht: so wird dieser Gegensatz in dem höchsten Staat am stärksten gespannt seyn, und auch nur in dieser Spannung eine so grosse Masse zusammenhalten können, und also der König allein regieren, nur in ihm die Thätigkeit seyn welche Recht und Gesetz bildet, in ihm aber auch keine andere; die Gesammtheit der Bürger hingegen werden als reine Unterthanen ihm gegenüberstehn. Darum muss aber auch, wenn das Ganze nach dem Princip der Einheit des Volkes soll regiert werden, der Regent durchaus frei seyn von jedem Privatinteresse. In die Gewerbthätigkeit der Regierten darf er daher gar nicht verflochten seyn, sonst wird Er, der zum ganzen Volk im gleichen Verhältniss stehen soll, in einen besondern Gegensatz mit einem Theile desselben verwickelt, und Ihm, der überall gleich gegenwärtig seyn soll, wird eine Lokalität näher ans Herz gelegt als die andere. Nur dem aristokratischen Könige ziemt es Gewerbe zu treiben; und so lange die herrschende Kaste ihm in dieser Nothwendigkeit zu erhalten weiss, wird die Umbildung des Staates zur höheren Stufe unendlich erschwert. Daher kann auch der Regent, und das unterscheidet ihn bestimmt von allen seinen Unterthanen, kein persönliches Eigenthum haben, welches auch hindern würde, dass er die Quelle alles Eigenthums wäre, wie er doch seyn muss

weil alles nur insofern es von ihm abhängt und ausgeht in das System der Einheit des Ganzen aufgenommen und den zerstörenden Einflüssen der Gegensätze kann entrissen seyn. Und auch schon darum kann die Eine moralische Person des Regenten auch nur Eine physische seyn; denn Viele können nicht durch die Gewerbthätigkeit der Andern bestehen, ohne daſs sich doch zwischen ihnen selbst ein Privateigenthum bildet. Darum wäre es auch unvollkommen und schwerlich dauernd, in diesem Staat, wenn der König ein Wahlkönig wäre. Denn ein solcher müſste sorgen für das Bestehen seiner hernach wieder ins Volk zurücktretenden Familie. Sondern nur ein Erbkönig ist der rechte, dessen Nachfolger jedesmal wieder das Haupt derselben über alle Gewerbthätigkeit und alle Sorge hinausgehobenen Familie wird. — Auf der andern Seite das Volk muſs, wenn ein solcher Staat bestehen soll, die Idee der Volkseinheit soweit wenigstens in sich aufgenommen haben, daſs es in dem Gefühl derselben lebt, und daſs dieses sein erstes Lebensprincip ist. Wenn es daher die ihm ausschlieſslich und gleichmäſsig einwohnende Gewerbthätigkeit zuerst zum Bestehen der Regierung verwendet, ohne die jene Einheit nicht bestehn könnte: so thut es dieses kraft seines Selbsterhaltungstriebes, und muſs sich dabei auch seiner Freiheit bewuſst seyn; daher ein solcher Staat gerade bei der höheren Kraft der Regierung am wenigsten ohne Einwilligung in die Abgaben bestehen kann. Aber wenn das Volk in dem Gefühl der Einheit des Ganzen lebt: so hat es doch ursprünglich keinen Antheil an der das Bewuſstseyn der Einheit des Ganzen ausdrückenden Thätigkeit. Am wenigsten kann es einen aristokratischen einem bestimmten Theil des Volkes angeborenen oder angeerbten Antheil an der Regierung geben, und eben so wenig das Recht des Königes zu herrschen von dem Volk abgeleitet seyn; vielmehr ist Er durch welchen der Staat allein realisirt worden ist, und durch welchen allein er auch fortbestehen kann (indem von der Persönlichkeit eines Einzelnen hier nicht die Rede ist, sondern nur von dem König der nicht sterben darf) die einzige Quelle aller politischen Freiheiten und Rechte, und jeder Antheil des Volks an der regierenden Thätigkeit kann ihm nur von dem Könige mitgetheilt seyn, und muſs in jedesmaliger Ausübung auf einem Herrscheract des Königes beruhen *). Wenn nun aber in diesem

*) Des verfänglichen Ausdrucks Souverain und Souverainität habe ich mich hiebei nicht sowol absichtlich enthalten, als nur der Gang der Auseinandersetzung mich nicht dar-

gröſsten und umfassendsten Staat der Gegensatz zwischen Regent und Unterthan so weit auseinander gelegt ist: so giebt es auch einen desto gröſseren Spielraum für die vielseitigsten und lebendigsten Einwirkungen des einen Theils auf den andern, deren auch das Bestehen des Ganzen durchaus bedarf. Sonach wird es auch in ihm eine neue Gestaltung beider Grundthätigkeiten geben, und dies führt uns auf die eigentliche Bedeutung jener beiden Begriffe einer gesetzgebenden und einer vollziehenden Function.

Jedes lebendige Daseyn das durch die Form des Gegensatzes bedingt ist kann nur in einer zwiefachen Reihe von Thätigkeiten begriffen werden, deren eine in dem einen Gliede des Gegensatzes anfängt und in dem andern endet, die andere aber umgekehrt. Denn ohne diese gegenseitigen Einwirkungen würden die Glieder des Gegensatzes auseinander fallen und die Einheit des Daseyns aufhören; wie denn unser eignes Leben in dem Gegensatz von Leib und Seele gedacht in sich schlieſst eine Reihe von Thätigkeiten, die im Leibe anfangend in der Seele enden, wie die materiellen Elemente der Wahrnehmung und des Gefühls in der Seele endend Gedanke werden und Empfindung, und eine andere Reihe solcher, die in der Seele anfangend am Leibe enden, wie die geistigen Elemente des Wollens und des Gefühls erst am Leibe endend That werden und Ausdruck; und wie jedes einzelne Leben im Gegensatz gegen das allgemeine gedacht aus einer Reihe von Thätigkeiten besteht, welche in ihm anfangend nach auſsen enden und ein Leiden irgend eines andern durch das einzelne darstellen, und aus einer andern welche von auſsen anfängt und ein Leiden des Einzelnen wird, wobei es nur gegenwirkend ist, nicht ursprünglich. Wenden wir nun dies auf den Staat an: so wird auch sein Leben in zwei verschiedenen Arten von Thätigkeiten zu begreifen seyn, einer die in der Peripherie am Leibe das heiſst bei den Unterthanen anfängt, und im Regenten endigt, und einer andern die im Regenten dem Geist und Mittelpunkt anfängt, und im Umkreise bei den Unterthanen endet. Es ist nicht schwer zu sehen, daſs

auf bringen konnte. Wichtig aber wäre es diesem Ausdruck in seinem Ursprung nachzuspüren, was meines Wissens noch nicht genügend geschehen ist. Denn nichts verdirbt die wissenschaftlichen Untersuchungen mehr, als der Gebrauch solcher Ausdrücke, die weder wissenschaftlich entstanden noch auch wenigstens wissenschaftlich gestempelt sind, welcher Act doch eigentlich immer auf einer durchgeführten historischen Forschung beruhen muſs.



die erste unsere gesetzgebende Function ist, die andere aber unsere vollziehende. Da der ganze Prozeſs des Staates in der ursprünglichen Demokratie ohne doch formlos zu seyn der kürzeste ist: so wird sich die Sache, wenn wir zu dieser zurückkehren, am leichtesten darstellen lassen. Alles was man im Staate Gesetz nennt, geht hier durch drei Momente, den Vorschlag, die Berathung und den Beschluſs. Oft geschieht schon der erste nur in der Volksgemeinde, aber er kommt dann doch von den Einzelnen als solchen aus ihrem Privatinteresse oder ihrer Privatansicht. Oft giebt es eine besondere Versammlung zur Vorberathung, diese hat noch nicht die ganze Würde der Volksgemeinde, sie fördert nur den Verlauf der Sache und bringt ihn ihr näher; fertig gemacht aber wird das Gesetz und somit ein Willensact des Staates constituirt nur in der Gemeinde, in wiefern sie einen Beschluſs fassend als Eine erscheint und also den Regenten vorstellt. Das Aussprechen des Gesetzes ist aber wesentlich auch der Anfang der Vollziehung, weil die es angeht darin zugleich beauftragt, also in Bewegung gesetzt werden. Jedoch nur der Anfang; fortgesetzt wird die Vollziehung von den Beamten, die zwar von der Gemeinde eingesetzt, aber nicht mit deren ganzen Majestät bekleidet sind; das Ende der Vollziehung endlich sind erst die dem ausgesprochenen Gesetz entsprechenden Handlungen aller einzelnen Bürger; und so steigt das Gesetz von den Einzelnen zum Regenten hinauf, die Vollziehung aber fängt von dem Regenten an und endet in den Unterthanen. Und nicht anders ist es auch in dem Staat der höchsten Ordnung. Dieser wird fast immer mit dem Schein der strengsten Despotie anfangen. Denn so lange nur im Regenten die groſse Einheit des Volks das leitende Bewuſstseyn ist, wie dies von allen Stiftern groſser Staaten gegolten hat, können auch die Unterthanen ihm in keiner bestimmten Form helfen das Gesetz machen. Wodurch wird aber auch schon in dieser Zeit der wahre König sich vom Despoten unterscheiden? Der Form nach dadurch, daſs er seinen Unterthanen das Recht der Petition zugesteht; und man kann sagen in allen Fällen wo sie ihre Wünsche vor ihn bringen, mag er nun gewähren oder verweigern, wenn er sie nur berücksichtiget, haben doch die Unterthanen angefangen das Gesetz zu machen. Dem Wesen nach aber unterscheidet er sich dadurch, daſs er im Geiste ganz Eines mit seinem Volk nur solche Willensacte ausspricht, welche die Unterthanen hernach, wenn

sich das höhere Staatsprincip in ihnen entwickelt, billigen werden, und dafs sein ganzes Bestreben darauf gerichtet ist diese Entwicklung zu befördern. In dem Maafs als sie nun wirklich eintritt, erweitert der Regent das Recht der Petitionen um so lieber, als ihm selbst die Verwicklungen der verschiedenen Zweige der Volksgeschäftigkeit ursprünglich fremd sind, und also die Unterthanen zusammentretend und sich einigend wahre Gesetzesanfänge sehen werden, die er nicht sehen kann, bis dieses allmählig fortschreitend reift zu einer Organisation gesetzgebender Versammlungen, welche ja nichts anderes sind als die ausgedehnteste und förmlichste Constitution dieses Rechtes in einer regelmäfsigen feststehenden Communication der Unterthanen mit dem Regenten, in der alle Gesetzesanfänge nunmehr liegen müssen. Denn soll auch das Ende des Gesetzes in diesen Versammlungen liegen und nicht im Regenten: so ist die Anarchie fertig. Daher nun natürlich keine wohlgeordnete gesetzgebende Versammlung die gesetzgebende Thätigkeit ganz in sich trägt, sondern in dem Könige, der verkehrter Weise oft nur als die vollziehende Gewalt ist angesehen worden, liegt wesentlich das Ende auch der gesetzgebenden. Hat nun der König das Gesetz ausgesprochen: so ist damit nothwendig zugleich auch der Anfang der Vollziehung gesetzt; denn eine gleichsam leere Zeit zwischen beiden läfst sich nicht denken und wäre eine Ohnmacht des Staates. Diesem Anfange wird sich die Thätigkeit der mit der Verwaltung beauftragten Beamten anschliefsen, deren System unstreitig die Organisation der vollziehenden Gewalt ist, aber vollendet ist die Vollziehung auch hier nur in der die Gesammtheit der Gesetze und nichts anderes darstellenden Gesammtthätigkeit der Bürger. Daher auch häufig und gewifs zum grofsen Vortheil des Ganzen die Vollziehung sich zuletzt in den Händen der sich von unten herauf organisirenden und die Thätigkeit der Bürger zunächst bestimmenden Communalbehörden befindet. Es erhellet hieraus deutlich, dafs beide Systeme in jedem Staat auf dieselbe Weise müssen gebunden seyn, Ende der Gesetzgebung und Anfang der Vollziehung als ein und derselbe Moment der Thätigkeit des Regenten; dagegen Ende der Vollziehung und Anfang der Gesetzgebung als zwei verschiedene Momente in den Unterthanen, denen die Wünsche und Vorschläge in Bezug auf neue Gesetze vornehmlich aus dem Erfolg entstehen, den die Vollziehung der bestehenden theils in ihrer Ge-

werbthätigkeit, theils in ihren häuslichen und geistigen Verhältnissen, theils in ihrem staatsbürgerlichen Gefühl offenbart. Also kann auch unmöglich die verschiedene Art der Trennung und Vereinigung beider Gewalten verschiedene Staatsformen bestimmen; denn es giebt nur Eine Art wie Beide vereinigt sind und getrennt. Ist aber irgendwo eines von beiden Systemen noch nicht bestimmt herausgetreten und zwischen seinem Anfangs- und Endpunkt noch nicht gehörig entfaltet: so ist dies keine eigne Art des Staates, sondern nur ein unvollkommner Zustand, auf welchen, da er nur ein Durchgangspunkt seyn kann, ein besserer folgen muſs. Will man aber die Organisation beider Gewalten mehr im einzelnen betrachten, in denen freilich auf sehr verschiedene Weise die Analogien mit dem demokratischen und aristokratischen einzeln oder auch verbunden vorkommen können; will man die Verflechtung beider Systeme ins einzelne verfolgen, wie auch auf Mittelstufen einzelne Organe beiden Systemen angehören können, oder anderwärts wieder zwischen den Endpunkten alles rein gesondert ist: so kann man tausend Verschiedenheiten aufstellen; oder vielmehr in dieser Hinsicht wird jeder ohne Künstelei geschichtlich gewordener Staat von jedem andern verschieden seyn, und wird dieses gleichsam zum persönlichen Charakter der Staaten gehören.

Und dieses wäre also das Resultat der angestellten Betrachtung. Die sogenannten beiden Gewalten — denn die dritte hat sich nicht selbständig gezeigt — müssen im wesentlichen in allen Staaten auf die gleiche Weise getrennt und vereinigt seyn, sonst ist der Staat selbst noch nicht völlig ausgewachsen sondern erst im Werden *). In wiefern indeſs Verschiedenheit stattfindet, ist sie auch so vielfältig und unbestimmt, daſs man bestimmte Arten und Gattungen von Staaten danach nicht unterscheiden kann. Die drei Formen aber haben auſser ihrer hellenischen Bedeutung, in welcher sie eigentlich nur wechselnde Zustände anzeigen, noch eine

*) Will man nun, versteht sich ohne die thörichte Voraussetzung, daſs alle vollkommene Staaten einander gleich seyn müſsten, jeden solchen noch unvollkommnen Zustand eines Staates, wenn er länger dauert als zu wünschen wäre, und besonders wenn die Verbesserungen der Form mit der innern Entwicklung des politischen Triebes nicht gleichen Schritt halten wollen, einen Nothstaat nennen: so ist in diesem Sinne gegen den Ausdruck nichts einzuwenden.

eine weit gröſsere weltgeschichtliche, in der sie aber auch einander nicht beigeordnet sind sondern untergeordnet, und also auch nicht Arten und Gattungen von Staaten anzeigen, sondern die verschiedenen Entwicklungsstufen der politischen Idee, indem die niedrigste Stufe eben so wesentlich demokratisch ist als die höchste monarchisch. Ob es nun besser sei hiebei stehn zu bleiben oder lieber noch andere Gründe zur Eintheilung der Staaten aufzusuchen, und wo diese möchten zu finden seyn, diese und andere aus dem gesagten sich entwickelnde Fragen und Folgerungen liegen jenseits der Absicht der gegenwärtigen Untersuchung.

Ueber
den Werth des Sokrates als Philosophen.

Von Herrn SCHLEIERMACHER *).

Dafs über bedeutende und eigenthümliche Geister von verschiedenen Menschen und im Sinne verschiedener Zeiten auch sehr verschiedene ja ganz entgegengesetzte Urtheile gefällt werden, und man sich spät oder nie über ihren Werth einigt, diefs ist eine alltägliche Erscheinung. Aber dafs über einen solchen zu einer und derselben Zeit ein Urtheil allgemeingeltend wird, welches mit sich selbst in auffallendem Widerspruch steht, dies scheint minder natürlich, ja fast sonderbar. Dem Sokrates jedoch begegnet es wirklich, wenn ich mich anders nicht darin ganz irre, dafs die Zeichnung, welche man von diesem merkwürdigen Manne zu entwerfen pflegt, und die geschichtliche Bedeutung, welche man ihm fast einstimmig beilegt, gar nicht zusammenstimmen wollen. Man läfst nämlich in der Geschichte der hellenischen Philosophie mit dem Sokrates eine neue Periode beginnen, was doch offenbar voraussetzt, dafs er den unter diesem Namen zusammengefafsten Bestrebungen jenes Volkes einen neuen Geist und Charakter eingehaucht, so dafs sie eine neue Gestalt unter seinen Händen gewonnen, oder dafs er sie, wenn auch das nicht, wenigstens bedeutend erweitert. Fragt man aber, wie nun dieselben Schriftsteller den Sokrates an und für sich darstellen: so findet man nichts, worin ein solcher Einflufs könnte begrün-

*) Vorgelesen am 27. Julius 1815.

det gewesen seyn. Man erfährt, er habe sich mit den Forschungen über die Natur, welche einen grofsen Theil der Philosophie schon bei den Hellenen ausmachten, gar nicht beschäftiget, ja auch Andere davon zurückgehalten, und auch das Sittliche, womit er sich am tiefsten eingelassen, habe er keinesweges in eine wissenschaftliche Gestalt bringen gewollt, habe auch für dieses eben so wenig als für irgend einen andern Zweig menschlicher Erkenntnifs ein festes Princip aufgestellt. Sein geistiger Gehalt sei überhaupt mehr religiös gewesen als tiefsinnig, seine Bestrebungen mehr die eines guten Bürgers auf die Verbesserung des Volks und vornehmlich der Jugend gerichtet als die eines Weltweisen; kurz er wird dargestellt als ein Virtuose des gesunden Menschenverstandes und der in jedem unverdorbenen Gemüth mit diesem verbundenen strengen Rechtlichkeit und milden Menschenfreundlichkeit, dies alles jedoch versetzt mit einem leisen Anhauch von Schwärmerei. Dies sind schöne Eigenschaften mit denen jedoch ein Mann noch keinesweges gemacht ist in der Geschichte zu glänzen, vielmehr, wenn nicht besondere Umstände dazwischen treten, ein beneidenswerthes stilles Leben führen wird, so dafs auch schon der allgemeine Ruhm des Sokrates und die fast specifische Verehrung, die so viele Geschlechter ihm gezollt haben, weniger ihm selbst als solchen besondern Umständen müfste zugeschrieben werden. Am wenigsten aber sind dies Eigenschaften, von denen auf die philosophischen Bestrebungen eines schon sehr gebildeten Volkes ausgezeichnete und bleibende Wirkungen könnten ausgegangen seyn. Und dies bestätigt sich auch, wenn man betrachtet, was für Lehren und Meinungen demgemäfs dem Sokrates beigelegt werden. Denn welche Bemühung man auch anwendet sie etwas philosophisch zuzustutzen, es ist doch nicht möglich ihnen nur einige wissenschaftliche Haltung zu geben; vielmehr bleibt es dabei, es sind Gedanken sehr geeignet die Herzen der Menschen für das Gute zu erwärmen, aber solche auf die jeder gesunde Verstand, der zum Nachdenken vollkommen erwacht ist, von selbst verfallen mufs *). Was können diese also gewirkt haben auf die Fortbildung oder Umgestaltung der Philosophie? Wollen wir uns an das bekannte halten, dafs Sokrates die Philosophie vom Himmel herabgerufen auf die Erde, auf die Märkte nemlich und in die Häuser der Menschen, das heifst dafs er an der Stelle der Natur das sittliche Leben als Gegenstand

*) Tennemann's Gesch. d. Philos. Th. II. S. 64.

der Forschung aufgestellt: so ist dieser Einfluſs ohnehin eben kein vortheilhafter, denn nicht in der einseitigen Behandlung des sittlichen oder des natürlichen ist die Philosophie sondern im Zusammenseyn und Ineinandergreifen beider Forschungen, dieser Einfluſs ist aber auch keinesweges ein geschichtlicher geworden. Die Ethik war schon vor Sokrates angelegt in den Lehren der Pythagoreer, und so hat sie auch nach Sokrates in den philosophischen Systemen der Hellenen ihren Platz behalten nur neben der Physik. Bei Platon bei Aristoteles bei den Stoikern, das heiſst in allen bedeutenden ächt sokratischen Schulen, finden sich die Forschungen über die Natur wieder, und das einseitige ethische Wesen hat sich nur bei denjenigen Sokratikern gebildet, welche selbst unbedeutend geblieben sind in der Philosophie. Und betrachtet man die Richtung jener genannten Schulen im Ganzen, und durchfliegt in Gedanken die Gesammtheit ihrer eigentlichen Philosopheme: so ist nichts nachzuweisen; was von einem so beschaffenen und gesinnten Sokrates könnte ausgegangen seyn, es müſste das seyn, was schon als gemeinfaſsliche Anwendung aufs Leben erscheint. Ja selbst was die früheren Sokratiker betrifft, so findet man sich mehr befriedigt wenn man das eigentlich philosophirende in ihnen von irgend anderen Punkten her ableitet als von diesem Sokrates; nicht nur den Aristippos der seinem Lehrer auch der Gesinnung nach unähnlich war, vom Protagoras mit dem er so vieles gemein hat, sondern auch den Euklides mit seiner dialektischen Richtung lieber von den Eleatikern. Und man muſs am Ende sagen, auf dem Stamme des Sokrates, wie er uns jetzt beschrieben wird, kann nichts anderes gewachsen seyn als der Cynismus, und zwar nicht der des Antisthenes, in dem auch noch manches hängt, was man dann lieber auf den Gorgias seinen früheren Lehrer zurückführen möchte, sondern jener ganz reine nur eine eigenthümliche Lebensweise, kaum eine Lehre geschweige denn eine Wissenschaft darstellende des Diogenes, jenes „rasenden Sokrates," den man aber zur Steuer der Wahrheit höchstens den karikirten Sokrates nennen sollte. Denn in diesem Abbilde finden wir nichts als Züge jenes Urbildes, das Annähern an die göttliche Selbstgenügsamkeit durch Verringerung der Bedürfnisse, das Enthalten vom bloſsen Wissen, das anspruchlose Umhergehn im Dienste des Gottes um die Thorheiten der Menschen aufzudecken. Wie wenig aber dies alles auf dem Gebiet der Philosophie liegt, und wie wenig dort damit auszurichten ist, liegt am Tage.

Vernünftigerweise scheint also nichts anderes übrig, als von diesen widersprechenden Annahmen die eine aufzugeben. Entweder man stelle den Sokrates nach wie vor an die Spitze der athenischen Philosophie, aber dann entsteht die Aufgabe einen anderen Begriff von ihm geltend zu machen als den nun seit langer Zeit herrschend gewordenen; oder man halte das Bild fest von dem gefälligen menschlichen Weisen, der gar nichts für die Schule war sondern alles für die Welt; aber dann verweise man ihn aus der Geschichte der Philosophie in die der allgemeinen athenischen Bildung, wenn er dort einen Platz für sich zu behaupten weifs. Einigermafsen angenähert hat sich dieser letzten Auskunft Herr Krug *). Denn indem er den Sokrates an das Ende der einen Periode stellt, und nicht an den Anfang der andern: so erscheint dieser nicht als Keim einer neuen Zeit, sondern als Erzeugnifs und Nachwuchs einer früheren; er tritt als einzelne Erscheinung in eine Reihe zurück mit den Sophisten und andern Spätlingen, und verliert einen grofsen Theil seiner philosophischen Bedeutung. Nur ist dies eine halbe Maafsregel, dafs der Geschichtschreiber seine neue Periode mit den unmittelbaren Schülern des Sokrates als solchen anfängt, indem er die treuen Sokratiker, wie man sie wol zu nennen pflegt, und den Xenophon vor allen, an die Spitze stellt, von denen er doch selbst sagt, sie hätten kein anderes Verdienst als sokratische Lehren fortgepflanzt und verbreitet zu haben, sokratische Lehren aber schienen ihm ja eben nicht der Mühe werth um eine neue Periode damit zu beginnen. — Umgekehrt auf gewisse Weise hatte früher Hr. Ast **) dasselbige gethan. Ihm ist Platon die Blüthe derjenigen Entwicklung der Philosophie, welche er die athenische nennt; und wie kein Gewächs mit der Blüthe anfängt, so fühlt er sich zwar genöthigt den Sokrates an die Spitze dieser Philosophie zu stellen, aber doch nicht als eigentlichen Philosophen. Er sagt nemlich, das Handeln der Philosophie sei in Sokrates rein menschlich gewesen und tugendhaft, das heifst keine eigentliche Philosophie; sein Wesen besteht ihm aus Enthusiasmus und Ironie. Den nun so ausgestatteten, fühlt er wohl, könne er nicht allein an die Spitze einer neuen Zeit stellen, und stellt deshalb die Sophisten neben ihn, nicht ohne Widerspruch zwar, denn auch er erkennt sie für das ver-

*) Gesch. d. Philos. alter Zeit.

**) Grundrifs einer Gesch. d. Philos.

kehrte, was durch den Geist der neuen Zeit bekämpft werden mußte; aber doch will er lieber dieses, als daß er als Keim einer neuen Entwicklung den Sokrates allein anerkennen sollte, dessen höchsten philosophischen Werth er in sein Märtyrthum setzt, welches doch auf dem wissenschaftlichen Gebiet keinesweges eben so wie auf dem religiösen und politischen in Anschlag kommen darf. Der Form nach entgegengesetzt ist dies Astische Verfahren seinem Wesen nach dasselbe wie das Krugische; es führt nemlich auch darauf eine neue Periode der Philosophie erst mit dem Platon anzufangen. Denn in dem Kampf des Sokrates gegen die Sophisten erkennt Hr. Ast nichts neues oder eigenthümliches, sondern nur die Tugend und den Trieb nach Wahrheit, der ja auch die früheren Philosophen alle beseelt hatte; als das charakteristische in der athenischen Philosophie aber giebt er die Vereinigung der vorher getrennt und entgegengesetzt gewesenen Elemente an; und da er diese im Sokrates selbst nicht wirklich nachweiset, in seinen unmittelbaren Schülern aber die Trennung bestimmt anerkennt, so bleibt ihm eigentlich doch für jene Vereinigung Platon der erste Punkt.

Will man aber nun wirklich den Platon als den eigentlichen Anfänger einer neuen Zeit ansehn, so kommt man — nicht zu rechnen daß er für einen ersten Anfang viel zu vollendet ist — in eine zwiefache Verlegenheit. Einmal mit seinem Verhältniß zum Aristoteles. In allem nemlich, was dem Platon das eigenthümlichste ist, erscheint Aristoteles ihm so sehr als möglich entgegengesetzt; aber die Haupteintheilung der Wissenschaften hat er ohnerachtet der verschiedensten Behandlung und haben eben so die Stoiker mit Platon gemein; beiden schließt sie gleich dicht an und kleidet sie gleich natürlich, so daß man kaum anders glauben kann, als diese sei von früher her von einem Punkt, in dem Platon eben so sehr als jene späteren auch schon eingewurzelt ist. Die zweite Verlegenheit aber ist die mit Platon's Verhältniß zum Sokrates, wie es denn eigentlich gewesen, wenn Sokrates auf keine Weise sein Lehrer war in der Philosophie. Wollte man annehmen, das Beispiel des Sokrates habe den Charakter des Platon gebildet, und die Ehrfurcht vor seiner Tugend und Wahrheitsliebe habe ihn gefesselt, so will ein solches bloß sittliches Verhältniß nicht hinreichen. Vielmehr muß die Art wie Platon den Sokrates auch in solchen

Werken aufführt, welche tiefsinnige philosophische Untersuchungen enthalten, für die tollste Willkühr gehalten werden, und hätte allen Zeitgenossen nur lächerlich und verkehrt erscheinen müssen, wenn er ihm nicht auf irgend eine Weise sein philosophisches Leben verdankt. Sonach muſs es doch dabei bleiben, daſs wenn man einen Haupteinschnitt machen will in der hellenischen Philosophie, der die früheren zerstreuten Philosopheme von den späteren Systemen trenne, man diesen nothwendig beim Sokrates machen muſs, dann aber muſs man auch mehr eigentlich philosophisches als gewöhnlich geschieht dem Sokrates zuschreiben, wenn es gleich eben als Anfang nicht nöthig hat sehr ausgebildet zu seyn. Einen solchen Einschnitt zu machen wird sich aber niemand enthalten können; jene frühere Philosophie, die wir durch die Namen Pythagoras Parmenides Herakleitos Anaxagoras Empedokles bezeichnen, hat unverkennbar einen gemeinsamen Typus, und die spätere, in welcher die Namen Platon Aristoteles Zenon glänzen, hat ebenfalls den ihrigen sehr verschiedenen, nichts zwischen beiden verlorenes kann einen allmähligen Uebergang gebildet haben, viel weniger noch läſst eine von den späteren Gestalten sich so an eine der früheren anschlieſsen, daſs man beide für ein fortlaufendes Ganze halten könnte. Ist nun dieses, so bleibt nichts übrig, als daſs man die Sache des Sokrates einer neuen Durchsicht unterwerfe, um zu sehen ob er etwa an der Nachwelt eben so ungerechte Richter gefunden hat, die ihm seinen eigentlich philosophischen Werth und sein Verdienst um die Sache der Philosophie absprechen, wie jene in der Mitwelt ihm seinen bürgerlichen Werth absprachen und ihm Verbrechen gegen das gemeine Wesen andichteten. Aber man müſste dann auch irgend etwas Bestimmtes ausmitteln, worin sein philosophisches Verdienst bestehe.

Diese neue Untersuchung aber führt natürlich zunächst auf die alte Frage zurück, ob man, was Sokrates gewesen, dem Platon oder dem Xenophon glauben soll; eine Frage die aber überhaupt nur aufgeworfen zu werden verdient, sofern diese beiden wirklich mit einander im Widerspruch stehen, und die man also auch nur verständig beantworten kann, wenn man zuvor entschieden hat, ob ein solcher Widerspruch stattfinde, und wo er seinen Sitz habe. Platon giebt sich nirgends für einen Geschichtschreiber des Sokrates aus, mit Ausnahme etwa der Apologie und einzelner Stellen, wie

etwa die Rede des Alkibiades im Gastmal. Denn es wäre allerdings abgeschmackt, wenn Platon hier, wo er Zeitgenossen des Sokrates vor ihm über ihn reden läſst, ihn auf eine Weise dargestellt hätte, die nicht im wesentlichen treu wäre, wenn gleich auch gerade hier manches Einzelne als scherzhafte Uebertreibung stehen kann. Dagegen berechtigt Platon selbst Niemanden alles, was er in seinen Gesprächen den Sokrates vortragen läſst, für eben so von diesem wirklich gedacht und vorgetragen zu halten; und man würde ihm einen schlechten Dienst erweisen, wenn man auch sein Verdienst darauf beschränken wollte, daſs er dem Sokrates gut und kunstreich nachgesprochen habe. Vielmehr will er wol gewiſs seine Philosophie für die seinige und nicht für die des Sokrates angesehen wissen. Und so überzeugt sich auch wol jeder Verständige von selbst, daſs in einem solchen Gewande nur selbsthervorgebrachte Gedanken erscheinen können, jedes nur erzählende Werk aber — und solche wären doch diese Gespräche wenn der ganze Inhalt dem Sokrates gehörte — nothwendig einen bleicheren Farbenton haben müsse, wie denn auch die Gespräche des Xenophon einen solchen wirklich haben. Allein so wie es einerseits zu viel seyn würde zu behaupten, Sokrates habe alles wirklich gedacht und gewuſst was ihn Platon sagen läſst: so ist es auf der andern Seite gewiſs zu wenig, wenn man behaupten will, Sokrates sei nichts mehr gewesen, als was uns Xenophon von ihm darstellt. Denn dieser giebt sich in seinen Denkwürdigkeiten freilich für einen Erzähler; aber theils kann ein Verständiger nur das erzählen, was er versteht, und ein Sokratiker am meisten, der ja wol sein Nichtwissen muſs kennen gelernt haben, kann nur nach dieser Regel handeln. Das aber wissen wir, und man kann es zugeben ohne es auf eine harte Weise geltend zu machen, daſs Xenophon ein Staatsmann war aber kein Philosoph, und daſs neben jener Reinheit des Charakters und Verständigkeit der politischen Grundsätze, neben jener herrlichen Erregung des Geistes und Abschreckung des Dünkels, welche Xenophon am Sokrates liebte und ehrte, noch manches auch wirklich philosophische in diesem kann gewesen seyn, was Xenophon nicht vermochte sich anzueignen, und was er ruhig an sich vorbeigehen lieſs, am wenigsten aber versucht seyn konnte es darstellen zu wollen, um nicht Blöſsen zu geben ähnlich denen, die sein Sokrates aufzudecken pflegte. Anderntheils war Xenophon ein vertheidigender Erzähler, und hatte gewiſs diese Form ausdrücklich gewählt, damit man ihm

ihm nicht zumuthen könne den ganzen Sokrates darzustellen, sondern nur was auf dem Gebiet des Gemüthes und des geselligen Lebens liegend sich auf jene Anklagen beziehen läßt; alles übrige aber schließt er aus, und begnügt sich nur zu zeigen, auch das könne nicht von der gefährlichen Art gewesen seyn, welche dem Sokrates war Schuld gegeben worden. Und nicht nur kann Sokrates, sondern er muſs auch mehr, und mehr muſs, hinter seinen Reden gewesen seyn, als Xenophon uns wiedergiebt. Denn wenn die Zeitgenossen nur dergleichen von Sokrates gehört hätten, welchen Schaden hätte Platon dem Eindruck seiner Werke bei seinem unmittelbaren Publicum gethan, welches das Wesen des Sokrates noch keinesweges vergessen hatte, wenn die Rolle, welche Sokrates dort spielt, mit dem Bilde, welches sie aus dem Leben her von ihm im Sinne hatten, in geradem Widerspruch stand? Und wenn man dem Xenophon glaubt, und dieses muſs man wol dem gleichzeitigen Apologeten glauben; daſs Sokrates seine ganze Zeit an öffentlichen Orten zugebracht, und man will annehmen, er habe sich immer mit Reden, seien sie auch schöner gewesen, bunter und blendender, aber immer mit Reden von diesem Gehalte sich beschäftiget, und die nur in der Sphäre sich bewegten, über welche die Denkwürdigkeiten nicht hinausgehen: so begreift man nicht, wie Sokrates in so vielen Jahren nicht den Markt und die Werkstätten, die Spaziergänge und die Gymnasien entvölkert durch die Furcht seiner Gegenwart, und wie sich in der naiven niederländischen Manier des Xenophon die Ermüdung der Unterredner nicht noch stärker ausspricht, als hie und da wirklich geschieht. Und noch weniger könnte man begreifen, warum geistreiche Männer wie Kritias und Alkibiades, und von Natur speculative wie Platon und Eukleides auf diesen Umgang einen so großen Werth gelegt, und so lange Zeit ihre Befriedigung darin gefunden haben. Und auch das kann man nicht annehmen, daſs etwa Sokrates öffentlich so geredet wie Xenophon ihn zeigt, anderwärts aber insgeheim andere Dinge vorgetragen; denn dies dürfte Xenophon bei der apologetischen Form seines Buches, an die er sich sehr strenge hält, nicht mit Stillschweigen übergangen haben. Sondern in demselben Lebenskreise, von dem uns Xenophon Proben giebt, muſs Sokrates auch das philosophische seines Wesens offenbart haben. Und ist nicht eben dies recht der Eindruck, den die Xenophontischen Gespräche machen, als ob sie wären philosophisches in den unphilosophischen Styl

des gemeinen Verstandes übertragen, wobei denn der philosophische Gehalt verloren geht, eben wie einige Kritiker gleichsam als Feuerprobe auch für die Erzeugnisse der höchsten Poesie vorgeschlagen haben sie in Prosa aufzulösen und ihnen den Schwung auszuziehn, wo denn auch nur eine höchst nüchterne Schönheit übrig bleiben kann. Und wie an einem solchen Versuch auch der gröſste Dichter nicht leicht im Stande seyn möchte die Poesie geradehin wieder herzustellen, dagegen auch ein mäſsig begabter Leser doch bald merkt, was geschehen ist, und es auch an einzelnen Stellen nachweisen kann, wo der Auszieher ermüdet ist: so ist es dort mit dem philosophischen Gehalt. Man findet einige Parallelen mit dem Platon, anderes verräth sich sonst wie, und daraus, daſs man nur weniges recht ausmitteln kann, folgt nur, theils daſs Xenophon sein Geschäft verstanden hat, theils möchte einer vielleicht sagen, wie Aristoteles Vormittags soll seine philosophischen Vorträge gehalten haben, Nachmittags aber die exoterischen*), so habe umgekehrt Sokrates des Morgens auf dem Markt solche Gespräche gehalten mit den Handwerkern und solchen Fremderen, bei denen es Xenophon leichter gehabt sie des philosophischen zu entkleiden; Abends aber auf den Spaziergängen und in den Gymnasien jene feineren tiefer greifenden und witzigeren Gespräche mit den Schönen, welche verschönernd und erweiternd nachzuahmen und seine eignen Untersuchungen daran zu knüpfen dem Platon vorbehalten blieb.

Und so wird man um die Lücke auszufüllen, die offenbar Xenophon gelassen hat, immer auf den platonischen Sokrates zurückgetrieben, und käme am kürzesten weg, wenn man eine Regel fände, nach der man bestimmen könnte, was nun im Platon Bild und Eigenthum des Sokrates ist, und was eigne Erfindung und Zuthat. Nur freilich kann die Aufgabe nicht gelöset werden durch ein solches Verfahren wie Hr. Meiners **) anwendet, für dessen kritisches Talent dieser Gegenstand überhaupt wol weniger geeignet war. Denn wenn wir unter allem Platonischen nur das aussuchen, was am wenigsten tiefsinnig am wenigsten künstlich am wenigsten dichterisch, mithin auch so Gott will am wenigsten schwärmerisch ist: so

*) Gellius N. A. XX, 5.

**) Gesch. d. Wissensch. II. S. 420.

behalten wir freilich immer noch viel Stoff zu solchen feineren und gehaltreicheren Gesprächen um damit die Xenophontische Langeweile zu würzen, aber einen eigentlich philosophischen Gehalt des Sokrates können wir auf diesem Wege nicht finden. Denn wenn wir das tiefsinnige ausschlieſsen, so bleiben nur Folgerungen übrig, zu denen die Gründe und die methodischen Principien fehlen, und die also auch nur instinktartig, das heiſst unphilosophisch, dem Sokrates könnten eingewohnt haben. Der einzige sichere Weg scheint vielmehr der zu seyn, daſs man frage, Was kann Sokrates noch gewesen seyn neben dem, was Xenophon von ihm meldet, ohne jedoch den Charakterzügen und Lebensmaximen zu widersprechen, welche Xenophon bestimmt als sokratisch aufstellt, und was muſs er gewesen seyn um dem Platon Veranlassung und Recht gegeben zu haben ihn, so wie er thut, in seinen Gesprächen aufzuführen. Das letztere aber führt uns unvermeidlich auf den geschichtlichen Standpunkt zurück, von dem wir ausgegangen sind, daſs nemlich Sokrates eben in so fern einen im strengen Sinn philosophischen Gehalt muſs gehabt haben, als Platon ihn durch die That für den Urheber seines philosophischen Lebens anerkennt, und er also als die erste Lebensäuſserung der ausgebildeteren hellenischen Philosophie anzusehen ist, und daſs er diesen Platz nur einnehmen kann vermöge eines eigentlich philosophischen aber der früheren Periode nicht mehr angehörigen Gehaltes. Hier aber muſs man zunächst dabei stehen bleiben, was der nachsokratischen Philosophie von Platon an eigenthümlich und seit dieser Zeit allen eigentlich sokratischen Schulen gemein ist, das sei das Zusammenseyn und Ineinandergreifen dieser drei Disciplinen, Dialektik Physik Ethik. Dieser Unterschied trennt die Zeiten sehr bestimmt. Denn vor dem Sokrates waren diese Disciplinen theils ganz getrennt vorhanden, theils ohne gehörige Sonderung und ohne bestimmtes Verhältniſs ihr Inhalt unter einander gemischt; so Ethik und Physik unter einander bei den Pythagoreern, Physik und Dialektik bei den Eleatikern, nur den ganz physischen Tendenzen der Jonier war beiderlei dialektisches und ethisches, jedoch nur in einzelnen Anflügen, aufgesetzt. Daſs aber Einige das Sondern und Zusammenfassen dieser Wissenschaften auch dem Platon noch absprechen und erst dem Xenokrates zuschreiben, und meinen, Aristoteles schon sei wieder davon abgewichen, dies beruht nach meiner Meinung auf einem Miſsverstand, den jedoch nachzuweisen hier zu weit führen würde. Nun kann man frei-

lich nicht behaupten, Sokrates sei der erste in Einer Person Physiker Ethiker und Dialektiker gewesen, zumal Platon und Xenophon sich vereinigen ihm das physische abzusprechen; noch läſst sich geradezu sagen, Sokrates habe wenigstens diese Eintheilung alles Wissens erfunden, ohnerachtet sie sich allerdings aus den Xenophontischen Denkwürdigkeiten schon entwickeln läſst. Wol aber kann man fragen, ob nicht dieser Erscheinung noch etwas einfacheres mehr innerliches zum Grunde liegt, und ob nicht dieses in Sokrates gewesen. Ich wenigstens denke, Folgendes wird nicht viel Widerspruch finden. Je leichter noch die Forschenden unvermerkt von einem Gebiet des Erkennens auf ein anderes überspringen, desto mehr hängt noch der ganze Verlauf der intellectuellen Thätigkeiten von äuſseren Umständen ab; denn nur von einer durchgreifenden Eintheilung kann eine planmäſsige und zusammenhängende Ausbildung beginnen. Eben so, je mehr die einzelnen Wissenschaften vereinzelt betrieben werden, und die Verehrer derselben sich in dieser Vereinzelung befriedigt fühlen, um desto mehr ist bei dem ganzen Bestreben der specifische Instinkt für den Gegenstand jeder Wissenschaft vorwaltend. Wenn aber das Bedürfniſs des Zusammenhanges und Zusammenwachsens aller Zweige des Wissens so bestimmt hervorgetreten ist, daſs es sich in der Form ihrer Behandlung und Darstellung auf eine nicht mehr verlierbare Weise ausspricht: so sind in so fern nicht mehr die einzelnen Talente und Instinkte herrschend, sondern das allgemeine wissenschaftliche Talent der Speculation. In dem ersten Falle muſs man gestehen, daſs die Idee des Wissens an sich noch nicht ausgebildet ist, vielleicht nicht einmal zum Bewuſstseyn gekommen; denn das Wissen an sich kann eben so nur als Ein Ganzes gedacht werden, in dem jede Trennung bloſs untergeordnet ist, wie das Seyn, dem es entsprechen soll. In dem letzten Fall hingegen ist diese Idee zum Bewuſstseyn gekommen; denn nur durch ihre Kraft haben jene besonderen Neigungen, die jeden an einem gewissen Gegenstande festhalten und das Wissen vereinzeln, überwunden werden können. Und dieses ist unstreitig ein einfacheres Merkmal, welches die beiden Zeiten der hellenischen Philosophie unterscheidet. In der früheren nämlich war die Idee des Wissens an sich nicht die leitende, ja nicht einmal recht zum Bewuſstseyn gekommen, welches eben für uns die Quelle der Dunkelheit aller philosophischen Productionen jener Zeit ist, wegen des Scheins der Willkühr der

aus der Bewuſstlosigkeit entsteht, und wegen des Mangels des wissenschaftlichen Vortrages der sich erst allmählig aus dem dichterischen und historischen herausarbeitet. In der zweiten dagegen ist diese Idee des Wissens zum Bewuſstseyn gekommen; daher die Hauptsache überall die ist, die Erkenntniſs von der Meinung zu unterscheiden, daher die bestimmte Form des wissenschaftlichen Vortrages, daher das besondere Heraustreten der Dialektik, die keinen andern Gegenstand hat als die Idee des Wissens, welches alles selbst von den Eleatikern keinesweges auf dieselbe Weise wie von den Sokratikern aufgefaſst ist, indem jene noch überall mehr von der Idee des Seyns als des Erkennens ausgehn.

Dieses Erwachen nun der Idee des Wissens und die ersten Aeuſserungen derselben, das muſs zunächst der philosophische Gehalt des Sokrates gewesen seyn; und deshalb wird er mit Recht immer angesehen als der Urheber jener späteren hellenischen Philosophie, deren ganze wesentliche Form mit allen einzelnen Verschiedenheiten durch eben diese Idee bestimmt ist. — Deutlich genug geht dies hervor aus dem was geschichtlich ist im Platon, und es ist auch in den Xenophontischen Gesprächen das, was man sich erst wieder hineindenken muſs um sie des Sokrates und den Sokrates der seinigen würdig zu finden. Denn wenn dieser im Dienste des Gottes umherging um das bekannte Orakel zu rechtfertigen, so war doch hiebei das letzte unmöglich, daſs er nur wuſste, er wisse nichts: sondern es lag nothwendig dahinter, daſs er wisse, was Wissen sei. Denn woher anders konnte er auch, was Andere zu wissen glaubten, für ein Nichtwissen erklären, als nur vermöge einer richtigeren Vorstellung vom Wissen und vermöge eines darauf beruhenden richtigeren Verfahrens. Und überall wo er das Nichtwissen darlegt, sieht man, er geht von diesen beiden Merkmalen aus, zuerst daſs das Wissen in allen wahren Gedanken dasselbe sei, also auch jeder solche Gedanke die eigenthümliche Form desselben an sich tragen müsse, und dann daſs alles Wissen Ein Ganzes bilde. Denn seine Beweise beruhen immer darauf, daſs man von Einem wahren Gedanken aus nicht könne in Widerspruch verwickelt werden mit einem andern, und daſs auch ein von Einem Punkte aus abgeleitetes durch richtige Verknüpfung gefundenes Wissen nicht dürfe widersprechen einem von einem andern Punkte auf gleiche Weise gefundenen, und indem er an den gangbaren Vor-

stellungen der Menschen solche Widersprüche aufdeckte, suchte er in Allen, die ihn irgend verstehen oder auch nur ahnen konnten, jene Grundgedanken aufzuregen. Das meiste was uns Xenophon aufbehalten hat, läſst sich hierauf zurückführen, und deutlich genug ist eben dieses Bestreben angedeutet in dem, was Sokrates von sich selbst sagt in der platonischen Apologie, und was Alkibiades von ihm sagt in seiner Lobrede. So daſs, wenn man sich dieses als den Mittelpunkt des Sokratischen Wesens denkt, man sowol den Platon und Xenophon einigen als auch die geschichtliche Stellung des Sokrates verstehen kann.

Wenn Xenophon sagt *), so oft Sokrates nicht bloſs die Irrthümer Anderer widerlegt habe, sondern selbst etwas ausgeführt, sei er durch die am allgemeinsten eingestandenen Sätze gegangen: so begreift sich dieses Verfahren ganz vollkommen aus jenem Bestreben; er wollte so wenig als möglich Hindernisse und Ablenkungen unterweges finden, um sein Verfahren klar und einfach zu Stande zu bringen; und das muſste ihm am willkommensten seyn, was wo möglich Alle für gewiſs hielten, um daran zu zeigen daſs es doch kein Wissen sei, weil nur um so lebendiger die Nothwendigkeit gefühlt werden muſste dem Wissen auf den Grund zu kommen und von diesem aus allen menschlichen Dingen eine andere Gestalt zu geben. Daraus erklärt sich auch der überwiegend bürgerliche und ökonomische Inhalt der meisten jener Gespräche. Denn auf diesem Gebiet lagen die am meisten eingestandenen Vorstellungen und Sätze, an deren Schicksal Alle ohne Ausnahme theilnahmen. Aber nicht erklären läſst sich jenes Verfahren, wenn man annimmt, es sei hiebei dem Sokrates auf den Inhalt angekommen, sondern dieser muſs ihm nur die Nebensache gewesen seyn. Denn wenn es darauf abgesehen ist einen Gegenstand aufs reine zu bringen, muſs man auch die minder bekannten und angezweifelteren Vorstellungen berücksichtigen, und wie dürftig in dieser Hinsicht die meisten jener Diatriben im Xenophon sind, liegt zu Tage Aus demselben Gesichtspunkt muſs man auch den Streit des Sokrates mit den Sophisten betrachten. Als gegen ihre Maximen gerichtet gehört er nicht hieher, sondern ist die Opposition des guten Bürgers gegen die Regiments- und Jugendverderber. Aber auch von der rein theoretischen Seite angesehen wäre es ein leerer Gedanke diesen

*) Mem. IV, 6. 12.

Gegensatz als Keim einer neuen Periode der Philosophie darzustellen, wenn Sokrates nur Meinungen bekämpft, welche die Ausartungen früherer Philosopheme waren, ohne andere Resultate dagegen aufgestellt zu haben, was ihm doch niemand zuschreibt. Aber zu jenem Zweck die wahre Idee des Wissens aufzuregen mußten ihm die Sophisten am willkommensten seyn, die ihren Meinungen die vollkommenste Form gegeben hatten, und deshalb sowol sich selbst viel damit wußten, als auch von Andern vorzüglich bewundert wurden. Wurden diese also in ihrer Blöße dargestellt, so mußte dadurch auch der Werth seines mit solchem Glück angewendeten Princips am meisten zur Anschauung gebracht werden.

Um aber an der gangbaren Vorstellung sowol der sophistischen Theorien als auch des gemeinen Lebens das ungenügende nachzuweisen, dazu bedurfte es, wenn der Ausgang nicht dem Zufall sollte anheimgestellt bleiben, einer sichern Methode. Denn oft mußten zum Behuf dieses Verfahrens Mittelbegriffe aufgestellt, und diese also, wenn nicht hintennach alles nur als eine schlechte Ueberraschung erscheinen sollte, mußten zur Zufriedenheit beider Theile bestimmt werden; und das Auffinden des Widerspruchs zwischen dem vorliegenden Satz und einem andern eingestandenen beruhte auch darauf, mit was für Begriffen sich ein gegebener verknüpfen lasse und mit was für welchen nicht. Diese Methode nun ist aufgestellt in den beiden Aufgaben welche Platon im Phaidros als die beiden Hauptsätze der dialektischen Kunst angiebt, nemlich zu wissen, wie man richtig vieles zur Einheit zusammenfasse und eine große Einheit auch wieder ihrer Natur gemäß in mannigfaltiges theile, und dann zu wissen welche Begriffe sich mit welchen verknüpfen lassen und welche nicht. Hiedurch nun ist Sokrates der eigentliche Urheber der Dialektik geworden, welche die Seele aller späteren großen Gebäude hellenischer Philosophie blieb, und durch deren bestimmtes Hervortreten sich am meisten die spätere Periode von der frühern unterscheidet, so daß man den geschichtlichen Instinkt nur billigen kann, der den Mann immer so hoch gestellt hat. Dabei soll nicht geläugnet werden, daß Eukleides und Platon auch diese Wissenschaft erst weiter ausgebildet haben, aber in ihren ersten Grundzügen hat Sokrates sie offenbar auf eine besonnene Weise als Wissenschaft besessen und als Kunst ausgeübt. Denn die Construction aller sokratischen Gespräche, sowol der zweifelhaften Platoni-

schen und der Andern ursprünglichen Sokratikern mit einigem Recht beige-legten als auch der in den Xenophontischen Denkwürdigkeiten mitgetheilten, beruhet ohne Ausnahme hierauf. Dasselbe geht auch hervor aus dem Aristotelischen Zeugnisse *), was man dem Sokrates mit Recht zuschreiben könne sei, dafs er die Induction und die allgemeinen Erklärungen eingeführt, ein Zeugnifs welches alle Merkmale der Partheilosigkeit und der Wahrheit in sich trägt. Es ist daher auch gar kein Grund zu zweifeln, Sokrates habe diese Kunst richtiger Begriffsbildung und Begriffsverknüpfung gelehrt. Nur dafs, eben weil es eine Kunst ist, das trockne Lehren nicht genügte, und deshalb auch gewifs vom Sokrates nicht abgesondert betrieben wurde; sondern diese Kunst wollte in den mannigfaltigsten Anwendungen angeschaut und selbst geübt seyn, und wer darin noch nicht fest war, und die Schule zu zeitig verliefs, dem verging sie wieder, und mit ihr alles fast was vom Sokrates zu lernen war, wie dies auch in Platonischen Gesprächen bemerkt wird. Dafs nun diese Uebung und Darstellung der Hauptzweck der sokratischen Gespräche auch über allgemeine sittliche Gegenstände war, gesteht Xenophon selbst ganz ausdrücklich, indem er unter der Aufschrift, was Sokrates gethan um seine Freunde dialektischer zu machen, gar sehr viel solcher ethischer Reden und Untersuchungen aufführt, und so von gleichem Schnitt mit den andern, dafs alle eben so gut in dieselbe Reihe konnten gestellt werden.

Also damit sie dieser Kunst Meister würden, und dadurch die Idee der Erkenntnifs immer fester hielten, dazu umgaben geistvolle und tiefsinnige Männer den Sokrates so lange es ihnen nur vergönnt war, und die es konnten bis an seinen Tod, und verzichteten indessen lieber der Weise des Meisters treu bleibend auf zusammenhangende Anwendung derselben in den verschiedenen Gebieten des Wissens und auf vollständigere Ausbildung aller Wissenschaften durch dieselbe. Als aber die ausgezeichnetsten unter ihnen nach seinem Tode zuerst in Megara ein eigentliches wissenschaftliches Leben anfingen, und so allmählig die Philosophie in der Gestalt ausgebildet ward, die sie hernach unter den Hellenen mit geringen Ausweichungen immer behalten hat: so geschah daran gewifs, zwar was Sokrates selbst

*) Metaph. I, 6. XII, 4.

selbst nicht gethan und vielleicht nicht gekonnt hatte, aber doch gewiſs nur sein Wille. Man könnte hiegegen freilich einwenden, Xenophon sage ausdrücklich *), Sokrates habe nicht nur selbst in reiferen Jahren jede Beschäftigung mit der Naturwissenschaft aufgegeben, sondern auch alle Anderen davon zurückzuhalten gesucht, und sie auf Betrachtung der menschlichen Angelegenheiten verwiesen, daher auch mehrere nur diejenigen für ächte Sokratiker halten wollen, welche die Physik nicht mit in ihr System aufgenommen haben. Allein dies ist offenbar viel weniger allgemein zu nehmen und in einem ganz anderen Sinne aufzufassen als gewöhnlich geschieht. Die Gründe des Sokrates zeigen dies ganz deutlich. Denn wie könnte er so allgemein gesagt haben man dürfe mit der Untersuchung nicht ehe an diese von Gott abhängigen Dinge gehen, bis man die vom Menschen abhängigen in Ordnung gebracht, da nicht nur diese so vielfältig mit jenen zusammenhängen, sondern es auch unter den menschlichen Dingen selbst wichtigere geben muſs und minder wichtige, nähere und entferntere, und der Satz dahin führen würde daſs man ehe das eine gänzlich vollendet sei nicht einmal die Untersuchung eines zweiten beginnen dürfte. Nicht übel könnte dies ein Sophist gegen den Sokrates selbst gewendet haben, wenn er einen zweiten entfernt scheinenden Begriff herbeischleppt um einen vorliegenden zu erläutern; und gewiſs wäre dieser Satz, allgemein verstanden, nicht nur der Führung des Lebens gefährlich, sondern zerstörte auch gänzlich jene sokratische Idee des Wissens, daſs jedes nur mit dem andern zugleich und mit seinem Verhältniſs zu allem kann gewuſst werden. Sondern die Sache ist nur diese: Daſs Sokrates kein besonderes Talent zu einer einzelnen Wissenschaft hatte, und am wenigsten zur Physik, das liegt zu Tage. Nun kann freilich auch ein bloſs metaphysischer Kopf sich zu allen Wissenschaften hingezogen fühlen wie dies bei Kant der Fall war, allein unter andern Umständen geschieht dies und bei einer andern Eigenthümlichkeit als der des Sokrates. Dieser vielmehr entfernte sich nicht von seinem Mittelpunkt in die Weite, sondern er widmete sein ganzes Leben der möglichst verbreiteten und lebendigen Erregung seiner Hauptidee; sein ganzer Wunsch ging dahin, wie sich immer auch die geschichtlichen Wünsche und Hoffnungen des Menschen nach seiner Eigenthümlichkeit gestalten, daſs, ehe man in die Weite ginge, dieser Grund erst recht fest werden möchte. Bis

*) Mem. I, 1, 11 sqq.

dahin aber, das war sein Rath, möge man neue Massen von Meinungen nicht zusammenhäufen; sondern dies wollte er seines Theils nur gestatten, so weit die Bedürfnisse des thätigen Lebens es erforderten, und deshalb eben konnte er sagen, wenn diejenigen, welche den meteorischen Erscheinungen nachforschten, die Hoffnung hätten sie nach Belieben hervorbringen zu können, so wollte er eher ihren Forschungen Raum lassen, welches ja in jedem andern Sinne als in diesem thöricht wäre. Hieraus also kann man nicht beweisen, daſs Sokrates die Ausbildung der Physik nicht gewollt, eben so wenig als man annehmen darf, er habe sich eingebildet die Ethik könne als Wissenschaft werden, wenn man nur jene abgebrochenen Untersuchungen recht vervielfältigte, wozu ihn die gemeinen Vorstellungen veranlaſsten. Jenes Fortschreitungsgesetz ist aber unwillkührlich auch das seiner Schule geblieben. Denn wiewol in alle Wissenschaften hineingehend legt es doch auch Platon noch überwiegend auf die Befestigung der Principien an, und verbreitet sich in das einzelne nur nach Maaſsgabe der Nothwendigkeit, und um so weniger als es von auſsen muſs gegeben werden; und erst der spätere Aristoteles vertieft sich wieder mit Lust in dessen Fülle.

Dies ist es was mir scheint über den philosophischen Werth des Sokrates mit Gewiſsheit gesagt werden zu können. Will man aber nun weiter fragen, wie weit er die Idee der Dialektik in seinen Belehrungen durchgeführt, oder wieviel er auſser diesem Gebiet durch seine Polemik und seine versuchende Dialektik reales Wissen zu Tage gefördert: so möchte darüber wenig zu sagen seyn, und am wenigsten wüſste ich aus den Werken des Platon an und für sich etwas zu diesem Behuf auszuscheiden. Denn wie da überall in dem Platonischen das Sokratische ist, so auch überall in dem Sokratischen das Platonische. Nur wer eigene Lehren des Sokrates aufzeichnen will, der suche nicht, wie sie es in den Geschichten der Philosophie machen um doch einigen Raum mit dem Sokrates auszufüllen, einzelne moralische Sätze zusammen, die nur aus jenen gelegentlichen Untersuchungen entstanden auf keine Weise ein Ganzes ausmachen, und was andere Gegenstände betrifft halte er sich an die oben angeführte Stelle des Aristoteles, welcher die philosophischen Beschäftigungen des Sokrates lediglich auf die Principien beschränkt. Zunächst wäre daher zu sehen, ob nicht einiges tief speculative ursprünglich sokratisch seyn möchte,

was die meisten am wenigsten dafür halten, wie der im Platon platonischer ausgeführte aber selbst vom Xenophon *) im Keim dargestellte mit der dialektischen Hauptfrage von Uebereinstimmung des Denkens mit dem Seyn so genau zusammenhangende Gedanke von einem allgemeinen Verbreitetseyn der Intelligenz im Ganzen der Natur. Hieran könnte man knüpfen was Aristokles **) ausgesagt hat, daſs Sokrates auch den Anfang gemacht habe mit Entwicklung der Lehre von den Ideen. Doch dieses späten Peripatetikers Zeugniſs ist verdächtig, und es liegt demselben vielleicht nichts zum Grunde als die Aeuſserungen des Sokrates in dem platonischen Parmenides.

Doch habe nun von diesem und anderem viel oder wenig dem Sokrates selbst angehört, so muſs schon jenes allgemeine auch eine richtigere Vorstellung davon erwecken, in welchem Sinne Platon in seinen Werken den Meister aufführt, und in welchem Sinne man seinen Sokrates einen wahren nennen muſs oder einen erdichteten. Nemlich erdichtet ist er eigentlich meines Erachtens gar nicht, und die Wahrheit ist auch nicht bloſs die mimische, und Sokrates steht nicht in jenen Werken nur als eine bequeme viel mimische Kunst und viel heitern Scherz aufnehmende Person um den tiefsinnigen Untersuchungen diese anmuthige Zuthat beizumischen. Sondern weil überall der Geist und die Methode des Sokrates walten, und es nicht nur etwas untergeordnetes für den Platon ist wenn er sokratisirt, sondern auf der andern Seite eben so sehr sein höchstes Ziel: so hat Platon kein Bedenken getragen ihm auch dasjenige in den Mund zu legen, was nach seiner Ueberzeugung nur Folgerung war aus den Grundideen des Sokrates. Hievon könnte man nächst manchem einzelnen, womit es aber dieselbe Bewandniſs hat wie mit den Anachronismen, nur in späteren Werken wie der Staatsmann und die Republik wesentliche Ausnahmen finden; ich meine platonische Philosopheme die den wirklichen Ansichten des Sokrates fremd sind, und ihnen vielleicht eher auf mittelbare Weise widersprechen dem Sokrates dennoch in den Mund gelegt. Hierüber mag sich dann Platon auf das Recht berufen was die Gewohnheit

*) Mem. I, 4, 8.

**) Euseb. Praep. XI, 3.

giebt. Im Ganzen aber muſs man ſagen, daſs Platon den Sokrates durch lebendige Theilnahme an der Fortbildung des von ihm ausgegangenen philosophischen Bestrebens auf die schönste Weise, wie nur ein Schüler den Meister verherrlichen kann, unsterblich gemacht hat, schöner nicht nur sondern auch in Wahrheit gerechter als durch eine buchstäbliche Erzählung würde geschehen seyn.

Abhandlungen

der

historisch-philologischen Klasse

der

Königlich-Preussischen

Akademie der Wissenschaften

aus

den Jahren 1814—1815.

Berlin

in der Realschul-Buchhandlung.

1818.

Inhalt.

Ueber

das Bildnifs der Alten.

Von Herrn A. Hirt *).

Einen Hauptgegenstand der Kunst machten von jeher die Bildnisse. Je gebildeter ein Volk ist, desto mehr sehen wir dieselben sich vervielfältigen, und je reicher es ist, desto gröfser und kostbarer werden sie. Das Alterthum, besonders das griechische und römische, giebt uns hiezu vielfältige Belege, und unter den auf uns gekommenen Ueberresten erblicken wir noch eine Menge Bildnisse von Personen, welche durch das, was die Geschichte von ihnen lehrt, oder durch ihre Schriften, uns werth geworden sind.

Das Bestreben, Verzeichnisse solcher Bildnisse zu verfertigen, und sie durch Zeichnung und Stich in besonderen Sammlungen allgemeiner bekannt zu machen, war daher in den neuern Zeiten schon frühe rege, und seit Fulvius Ursinus haben sich mehrere Forscher damit beschäftigt. Aber, wie in allen andern Zweigen des bildlichen Alterthums, blieb auch hier die Kritik zurück. Man nahm manches Unbekannte als bekannt an; manches Kennbare war unrichtig benannt, und nicht selten trat noch Trug und Verfälschung hinzu.

Es war daher ein löbliches, und unseres mehr kritischen Zeitalters würdiges Bemühen des trefflichen Visconti, eine Sichtung in diesem Zweige der Alterthumskunde vorzunehmen, und gleichsam eine neue Iconographie der Alten zu schaffen; besonders da in den letzten Zeiten viel Neues, theils vorher nicht beachtetes, theils frisch entdecktes, hinzugekommen ist. Bis jetzt haben wir die erste Abtheilung, bestehend in drei Quart-

*) Vorgelesen den 14. Juli 1814. Wiedergelesen in der öffentlichen Sitzung den 3. Aug. 1814.

bänden Beschreibung und in einem Folioband Kupfer, erhalten. Die Zeichnungen und der Stich sind löblich, und die Erklärungen zeigen den erfahrnen und gewandten Forscher, dem es auch gelingt, dem Räthselhaften eine scheinbare Seite abzugewinnen. Doch über das Einzelne seiner Auslegungen uns einzulassen, ist hier nicht die Absicht; wohl aber giebt uns dies vorliegende Werk Veranlassung, über das Bildnifs der Alten im Allgemeinen einiges näher in Betracht zu ziehen.

Visconti gehört zu den Forschern, denen die archäologischen Studien in unsern Tagen viel verdanken. Sein Bemühen beschränkte sich indessen hauptsächlich auf das Erklären der Denkmäler nach ihrer objektiven Bedeutung. Weniger kommt das Technische, das Kunstgeschichtliche und Aesthetische der Monumente bei ihm in Betrachtung. Auch läfst er sich seltener in Erörterungen ein, die das Ganze eines Mythus oder einer historischen Begebenheit umfassen. Seine Iconographie gleicht in solchen Rücksichten seinen frühern Werken, dem Museo Pio-Clementino, den Erklärungen zu den Monumenten der Villa Pinciana, zum Museum von Paris und andern. Indessen da er in der Iconographie einen Gegenstand behandelt, der ein umfassendes Ganzes für sich macht, so dürfte man mehr, als je bei seinen frühern Werken, eine vielseitigere Ansicht hiebei erwarten. In der Einleitung, die der Erklärung der einzelnen Monumente vorangeht, hat er auch einiges berührt, aber so oberflächlich, dafs der forschende Verstand sich damit wenig befriedigen kann. Noch bleibt forthin viel unerörtert, was hiebei als Frage aufgeworfen werden kann.

Wie alt ist das Porträt bei den Griechen, und den damit verwandten italischen Völkern? — Wie verhält es sich mit einigen Techniken, die man besonders bei dem Porträt anwandte? Und welches sind die Prinzipien, nach welchen die Alten bei der Verfertigung der Bildnisse verfahren? — Diese und andere Fragen, gehörig erörtert, setzen erst den wahren Stand fest, aus dem die noch vorhandenen Bildnisse anzusehen und zu beurtheilen sind. Ich bin indessen weit entfernt, dem Herausgeber der neuesten Iconographie einen Vorwurf daraus zu machen, dafs er sich auf dergleichen Erörterungen nicht näher einliefs. Jeder Stoff hat mehrere Ansichten, und jeder Forscher wählt sich die zu der nähern Bearbeitung, wozu er sich durch seine Lage, sein Talent, durch Neigung, vorläufige Studien, und oft durch äufsere Umstände mehr veranlafst findet. Auch darin bewähren die archäologischen Studien ihren vielfachen Reiz, dafs mehrere Forscher neben

einander stehen, sich wechselweise die Hand bieten und unterstützen können. Etwas Erschöpfendes zu geben ist auch nicht die Absicht des gegenwärtigen Aufsatzes; wohl aber einige wesentliche Punkte, das Bildniſs der Alten betreffend, näher zur Sprache zu bringen.

Alter des Bildnisses.

Man kann kühn behaupten, daſs das Bildniſs eben so alt bei einem Volke ist, als die Kunst selbst. Es liegt tief in dem menschlichen Gemüth, geliebten Personen durch Abbildungen ein gleichsam dauerndes Daseyn zu geben. Diesen Naturhang drückt auch schon die Erzählung von der Entstehung der Kunst bei den Griechen aus. Ein Mädchen umzog den Schatten des Geliebten an der Wand, und der Vater des Mädchens, ein Töpfer, verfertigte darnach in Thon ein erhabenes Bild, das er dann mit andern Töpferwaaren im Feuer erhärtete (*Plin.* 35, 43.). Hiernach sollten die beiden Mutterkünste, das Zeichnen und Bilden, ihren Ursprung dem vereinigten Bemühen verdanken, das Bildniſs einer geliebten Person darzustellen. Allein obwohl die Erzählung den Ort und den Namen des Künstlers angiebt, so läſst ſie sich doch nur als ein anmuthiges Mährchen eines Spätern betrachten, welcher der Entstehung der Kunst keinen natürlichern Grund unterzulegen wuſste, als den Drang, die Grundformen geliebter Personen in leblosem Stoffe zu fixiren. Indessen ist man mit dergleichen rohen Versuchen des Zeichnens und Bildens noch weit von der Kunst selbst entfernt, wenn sie gleich als Elemente jedem weitern Fortschreiten zur Kunst vorangehen müssen. Solche rohe Versuche können an den verschiedensten Orten vielfach gemacht und wiederholt seyn, ohne daſs deswegen ein wahres Kunstüben daraus hervorgegangen wäre.

Die Kunst setzt eine durch langes Ueben erlangte Fertigkeit voraus. Ohne mannigfache Erfahrungen, Versuche und Kenntnisse, ohne Werkzeuge, und ohne geschickte Behandlungsweise gutgewählter Stoffe ist kein freies Ueben und keine Fertigkeit möglich. Ist aber diese einmal bis auf einen gewissen Grad gediehen, so sind jene rohen Versuche eines kindhaften Zeitalters, wo man Schattenrisse in den Sand, oder mit der Kohle an die Wand zog, wo man den Thon oder den Teig zu rohen Gestaltungen knetete, oder

solche mit dem Messer in Holz schnitzte, lange vergessen, und man erinnert sich derselben nur, wie der Greis seiner frühesten Kinderspiele. Die Kunst ist eine Folge vielseitiger Bestrebungen, und nicht eine Erfindung von Einzelnen.

Ueber den Anfang des eigentlichen Kunstbetriebes bei den Griechen und den damit verwandten italischen Völkern findet sich viel Widerspruch. Die Mythographen, die Dichter und die Geschichtschreiber, welche das Geschichtliche aus dem Dunkel der mythischen Zeitalter herabführen, und Ordnung und Helle in dasselbe bringen wollten, haben viel in jene frühern Zeiten hinaufgerückt, was erst spätere Ergebnisse seyn konnten. Dazu gehört auch die Angabe von Kunstwerken und Bildnissen, wovon jene rohen Zeiten noch nichts wuſsten, da überhaupt noch keine Kunst existirte. Ich habe in andern Aufsätzen, die ich hier in der akademischen Versammlung vortrug, gezeigt, daſs der Kunstbetrieb bei den Griechen weder sehr alt, noch von ihnen selbst ausgegangen sey. Erst um die 40ste Olympias, nachdem einige Zeit vorher den Griechen der freie Verkehr mit Aegypten verstattet war, und sie theils als Söldlinge, theils als Kaufleute und neugierige Reisende jenes seit lange hochgebildete Land kennen lernten, zeigen sich auch die ersten Anfänge des Kunstbetriebes bei denselben, und fast gleichzeitig geht dann die Kunst auch zu den Völkern des mittlern Italiens über. Die Epoche der sieben Weisen ist auch die des Anfanges in der Wissenschaft und in der Kunst bei den Griechen; und zwar erscheint der Kunstbetrieb nicht etwa bloſs in einigen Fächern, sondern wie auf Einen Schlag gleichsam in allen Techniken; — und dies wieder nicht bloſs bei einzelnen griechischen Völkern, sondern überall, wo sich Griechen angesiedelt hatten. Einen leuchtendern Beweis, als diesen, giebt es nicht: daſs die Griechen nicht selbst die Erfinder dieser Techniken waren, sondern sie dieselben aus der Fremde herholten.

Aegypten war damals schon lange im Besitz der Kunst in allen Fächern. Das Land war mit prachtvollen Städten und Kunstdenkmälern aller Art bedeckt. Thebe und Memphis hatten aufgehört Residenzen zu seyn, und der Sitz der Könige war jetzt in Unter-Aegypten zu Sais, welche Stadt nun, gleich jenen ältern Königsburgen, mit Monumenten jeder Art ausgeschmückt wurde. Psammitichus, Necus und Amasis hatten Ideen fürs Groſse, gleich ihren Vorgängern, dem Osymanduas, Moeris und Sesostris; und die Kunst war noch in voller Thätigkeit, als die Griechen je-

nes Land betraten, und die Schüler der Aegypter wurden. Leicht konnten sie also jede Art von Technik in ihre vaterländischen Gegenden verpflanzen, ohne den langsamen Gang des Selbsterfindens zu bedürfen.

Auch die Bildnisse waren bei den Aegyptern seit Urzeiten im Gebrauch, worunter ich bloſs an die des Osymanduas (*Diod.* 1, 47 etc.), des Sesostris und ihrer Familien (*Herod.* 2, 110.), und dann an die hölzernen Colossalbilder der 345 Hohenpriester in dem Jupiterstempel zu Thebe (*Herod.* 2, 143.) erinnern will. Ueberhaupt war kein Volk sorgsamer, die Form und die Züge geliebter Personen zu erhalten, als das Aegyptische. Nicht zufrieden mit dem Einbalsamiren der Todten, bildeten sie auch ähnliche Masken nach, mit denen sie die Gesichter der Einbalsamirten bedeckten. Selbst der hölzerne Kasten, in den man die Mumie einschloſs, muſste durch Schnitzen gewissermaaſsen die Gesichtszüge von dem Verstorbenen annehmen.

Nur mache man sich von den Porträtbildern der Aegypter keine Idee von hoher Vollendung, von groſser Treue und Wahrheit. Ein gutes Bildniſs setzt eben so gut die höhern Kunstkenntnisse voraus, wie jedes andere vollendete Werk, und die Kunst der Aegypter blieb immer nur auf der Stufe des Mittelmäſsigen; sie erhob sich nie zum Schönen, nie zu einem gefälligen Naturschein.

Da nun die Griechen, als Schüler der Aegypter, den Kunstbetrieb in besagtem Zeitalter bei sich eingeführt hatten, so ist kein Widerstreit, daſs nicht von Personen, welche um oder bald nach der 40sten Olympias lebten, wirkliche Bildnisse nach dem Leben gemacht worden wären, und also auch wirklich wahre Porträte aus jenem Zeitalter auf uns gekommen seyn könnten. Indessen ist kein Monument, welches man für ein Porträt halten könnte, in irgend einer Kunstart vorhanden, das, nach der Arbeit und dem Styl zu urtheilen, vor dem Zeitalter des Phidias gemacht wäre. Alle auf uns gekommene Bildnisse von Personen, welche vor der 80sten Olympias lebten, offenbaren in ihrer Bearbeitung einen Styl, der erst nach dieser Epoche angenommen werden kann. Dadurch wollen wir aber nicht behaupten, daſs die noch vorhandenen Porträte solcher Personen, welche zwischen der 40sten und 80sten Olympias lebten, ganz aus der Idee gemacht wären. Dies kann nur von den Bildnissen solcher Personen gelten, welche vor dem griechischen Kunstbetrieb lebten, wie Homer, Hesiodus, Lycurgus u. s. w. In den andern Porträten aber, wie z. B. in denen der

sieben Weisen, können allerdings wahre Formen und Züge zum Grunde liegen, die aus frühern Bildnissen von noch roher Arbeit geschöpft sind, und die in spätern Kopien durch eine höhere Kunstbehandlung ein mehr der Natur gemäſses Ansehen erhalten haben. So hat Raphael die von alten Meistern noch roh dargestellten Bildnisse eines Dante und Petrarca benutzt, um diese berühmten Männer mit mehr vollendeter Kunst und Naturschein darzustellen.

Indessen haben wir wenig Nachrichten von Bildnissen, die vor den Perserkriegen gemacht wären. Athenaeus (12, 8.) redet von Pisistratus, der unter dem Bilde eines Bacchus in Athen vorgestellt war. Auch gedenket Plinius (36, 4.) des Bildnisses vom Dichter Hipponax, das die Bildhauer Bupalus und Anthermus, seiner groſsen Häſslichkeit wegen, aus Muthwillen verfertigten, und derselbe (34, 9.) versichert, er wisse von keinen in Athen öffentlich ausgestellten Bildnissen vor denen des Harmodius und Aristogiton, welche um die 67ste Olympias die Tyranney der Pisistratiden stürzten. Ferner werden die Bilder einiger Athleten genannt, als die des Eutelidas und Arrhachion, wovon der erste in der 38sten, und der andere in der 54sten Olympias siegte (*Paus.* 6, 15. und 8, 40.). Wahrscheinlich waren diese Bilder noch von Holz, so wie die von zwei Andern, wovon das eine in der 59sten und das andere in der 61sten Olympias errichtet ward (*Paus.* 6, 18.). Pausanias (6, 3. *conf.* 7 17.) sah zwar eben zu Olympia noch Statuen älterer Athleten, wie die des Oibotas, der in der 6sten Olympias siegte; aber dies Bild ward erst in der 80sten Olympias von den Achäern aufgestellt. Gleichzeitig mit dem Sieger hätte es nicht geschehen können, da damals die Kunst bei den Griechen noch nicht war. Auch glauben wir kaum, daſs das obgenannte Bildniſs des Eutelidas, ungeachtet es Spuren des höchsten Alters an sich trug, sobald nach dem Siege desselben errichtet sey.

Plinius (36, 9.) gedenkt gleichfalls der Athleten als solcher, die man am frühesten des Sieges wegen durch Errichtung ihrer Bildnisse zu ehren pflegte, mit dem Bemerken: daſs man die Aehnlichkeit derer, welche dreimal gesiegt hatten, von den Gliedmaſsen derselben selbst nahm; und daſs man solche Bildnisse deswegen ikonisch nannte. Dies kann so verstanden werden: entweder daſs man die Glieder des gesammten Körpers in Gyps abformte, welches allerdings die vollkommenste Aehnlichkeit giebt; oder aber, daſs der Künstler nur das Maſs von den Nachzubildenden nahm, um

sie genau in Naturgröfse vorzustellen. Wäre das erstere, so hätte es vor Alexander dem Grofsen keine ikonischen Bildnisse gegeben; denn Plinius (35, 44.) berichtet selbst, dafs Lysistratus von Sicyon, der Bruder des Lysippus, zuerst von den lebenden Gestalt in Gyps Formen zu nehmen erfand. Ikonisch nennt Plinius (35, 34.) ferner die Bildnisse der Anführer, der Griechen sowohl, als der Perser, welche Panaenus, der Bruder des Phidias, in seinem Gemälde der Schlacht von Marathon darstellte. Nun findet wohl bei plastischen Werken ein Abformen statt, nicht aber in der Malerei; folglich kann der Begriff ikonisch sich nicht ausschliefslich auf das Abformen der Gliedmafsen selbst erstrecken, ja nicht einmal auf eine genaue Naturähnlichkeit der Bildnisse, so dafs etwa die Personen, die man darstellte, gerade dem Künstler hätten sitzen müssen; sonst hätte Plinius die Bildnisse der persischen Feldherrn Datis und Artaphernes nicht ikonisch nennen können, da Panaenus sie gewifs mehr nach der Idee, als nach dem Ansehen darstellte. Das Wort ikonisch scheint also nur hauptsächlich den Begriff der Naturgröfse in den Bildnissen auszudrücken. Dies wird um so wahrscheinlicher, wenn man mit der oben angeführten Stelle des Plinius, die Darstellung der dreimal siegreichen Athleten betreffend, eine andere im Lucian (*Pro imag. tom. II. p.* [illegible]) vergleichet, wo von den Statuen der Athleten ausdrücklich gesagt wird, dafs die Hellanodiken genaue Aufsicht zu führen hatten, dafs keine der Athleten zu errichtende Statue über das Maafs der Naturgröfse gehe, sondern jede genau dem Wahren entspreche *).

*) Lessing (in seinem Laokoon, p. 13.) zieht aus der Stelle des Plinius eine Folgerung, die wir hier nicht mit Stillschweigen übergehen können. Er meint, dafs das Gesetz der Hellanodiken, nur denen, die dreimal Sieger waren, ikonische Statuen zu setzen, den Grund darin habe, damit der mittelmäfsigen Statuen unter den Kunstwerken nicht zuviel würden. Lessing trug in die Kunst der Alten überall sein Schönheitsprinzip über; und hiernach war ihm jedes Bildnifs, auch das mit höchster Vollkommenheit und selbst mit einer Art von Idealisirung verfertigte, nur ein mittelmäfsiges Kunstwerk. Allein hier läfst sich wohl versichern, dafs die Hellanodiken an nichts dergleichen dachten. Ihr Gesetz scheint vielmehr aus dem Grunde geflossen zu seyn, die Ueberwinder in den heiligen Spielen dadurch zu ehren, und den Nachkommen einen genauen Begriff von dem körperlichen Maafs so berühmter Sieger zu geben. Dies genaue Maafs der Naturgröfse stellte nach dem Scholiasten des Pindar (*ad Olymp. 7.*) die Statue des vielberühmten Diagoras von Rhodus, und die seines Sohnes Damagetus, vor; ersterer hatte eine Gröfse von sechs Fufs und fünf Finger, sein Sohn aber mafs vier Finger weniger. Andere Athleten, die nur ein- oder zweimal gesiegt hatten, durften sich wahrscheinlich nur unter Naturgröfse darstellen lassen. Welcher Kunstkenner möchte übrigens den

Aehnliche Erörterungen über das Alter des Bildnisses bei den Griechen, war man berechtigt von dem Herausgeber der neuesten Iconographie zu erwarten. Statt dessen, was thut er? — Er nimmt die Miene an, den Mythenerzählern Glauben beizumessen, als wenn die Porträtbildung schon seit Daedalus bei den Griechen im Gebrauch gewesen sey. Eben so vertrauet er den Schreibern der frühern Geschichte Roms, welche erzählen, Romulus habe bereits sein eigenes Bildniſs, und zwar nicht etwa in Holz, oder in gebrannter Erde, sondern in Erz aufgestellt (*Dionys. Halic.* 1, p. 116, und nach ihm *Plin.* 34, 11. und *Plut. in Romul.* c. 24.). Hiernach würde nicht nur der Kunstbetrieb überhaupt, sondern selbst die Bildnerei in Erz (*ars statuaria*), mehr als hundert Jahre älter in Rom als in Griechenland seyn. Plinius (34, 16.) geht noch weiter, und führt die Erzbildnerei in Italien sogar bis zu Evanden hinauf, der die Statue des Hercules auf dem Ochsenmarkt geweiht haben soll. Und doch versichert derselbe Plinius (35, 5. und 43.) wieder, die Anfänge der Kunst seyen in Italien erst durch die Künstler verbreitet worden, welche Demaratus auf seiner Flucht von Korinth mit sich brachte. Ueberhaupt sind dergleichen auffallende Widersprüche über die frühere Kunstgeschichte Italiens, und hauptsächlich Roms, nicht die einzigen.

Nach Plinius (34, 11. u. 13. *cf. Liv.* 1, 36. und *Dionys. Halic. antiq. Rom.* 4, *pag.* 204. *ed. Sylb.*) waren die Statuen des Attus Navius, der Sibylla, des Horatius Cocles, der Cloelia u. s. w. zu ihrer Zeit selbst, und zwar in Erz, aufgestellt; nach einer andern Stelle desselben Autors aber (34, 9. *cf. Liv.* 2, 41.) war die erste Statue in Erz zu Rom die der Ceres, wozu man das eingezogene Eigenthum des Sp. Cassius, der im Jahr 266 getödtet ward, verwandte. Auch wundert sich Plinius in einer andern Stelle (34, 16.), daſs, da die Bildnerei in Erz (nach seinen unkritischen Angaben nämlich) so alt in Italien sey, man doch in den Tempeln die Götterbilder fast einzig aus Holz und gebrannter Erde verfertigt sehe, welcher Gebrauch bis zur Zeit der Römersiege in Asien währte. Aus der Vergleichung

borghesischen Fechter (eigentlich einen Sphaeristes), oder den Discobolus des Myron (wovon noch mehrere Kopien in Marmor vorhanden sind), oder den sich salbenden Athleten im Augusteum zu Dresden, für mittelmäſsige Kunstwerke halten, weil in ihnen bloſs Porträtähnlichkeiten dargestellt sind? Das einstimmige Urtheil neuerer Kunstkenner hat diesen Statuen seit lange den Rang unter den vornehmsten Kunstwerken angewiesen, die von dem Alterthum sich bis auf uns vererbten.

chung solcher Stellen geht hervor, dass jene erzenen Denkmäler viel später, und die meisten wahrscheinlich erst nach der Zerstörung Roms durch die Gallier (im J. 365.), gesetzt wurden; und da die Geschichtschreiber des Augusteischen Zeitalters keine bestimmte Kunde mehr hievon hatten, so folgten sie in ihrer Angabe einer dunklen Volkssage, die einer dem andern gutmüthig nachschrieb. —

Noch findet sich in Plinius (35, 3.) eine andere ähnliche unkritische Angabe, welche die öffentliche Aufstellung der Bildnisse in Rom betrifft, die wir hier nicht unberührt lassen können. Er redet von den Bildnissen auf Schilden, und nennt den Appius Claudius, welcher mit Servilius im Jahr 259. Consul war, als denjenigen, welcher die Bildnisse seiner Vorfahren auf solchen Schilden zuerst in dem Tempel der Bellona weihte. Allein Plinius irret sich in dem Manne und in dem Jahre. Nach Livius (10, 19.) war Appius Claudius, der den Tempel der Bellona erbaute, nicht jener alte, sondern ein weit jüngerer, der im Jahre 457 als Consul mit L. Volumnius die Etrusker in einer Hauptschlacht besiegte. Jener ältere Appius, den Plinius nennet, konnte also nicht die Bildnisse seiner Ahnen in einem Gebäude aufstellen, welches erst zweihundert Jahre nachher errichtet ward. Mit dieser spätern Epoche stimmt auch alles besser, was uns überhaupt von dem allmähligen Gange der Kunstkultur bei den Bewohnern des mittlern Italiens überliefert worden ist. —

Von einer besondern Art Material und Technik der Bildnisse.

Man darf nicht zweifeln, dass die Alten jede Art von Material und von Technik, welche bei andern Kunstwerken üblich waren, auch bei den Bildnissen anwandten. In der Bildnerei war das vornehmste Material immer der Marmor und das Erz. Aber früher verfertigte man auch Bildnisse in Holz, wie die ältesten Athleten-Statuen zu Olympia, welche wahrscheinlich zugleich mit natürlichen Farben angestrichen wurden, wie dies auch bei den Bildern in gebranntem Thon und selbst in Marmor zu geschehen pflegte. Dieser Hang, sich nicht bloss mit der Nachahmung der Gestalt zu befriedigen, sondern die Gegenstände auch der Farbe nach ähnlich zu machen, war die Ursache, dass man noch in spätern Zeiten zu Bildnissen das

Wachs vorzugsweise wählte, weil in keinem andern Stoffe eine bessere Nachahmung in der Farbengebung möglich ist. Uns ist der Geschmack an solchen kolorirten Wachsbildnissen besonders bei den Römern bekannt, die ihre Ahnen so vorstellen und in tempelartigen Schränken in den Vorgebäuden ihrer Häuser aufstellen liessen. Um die Täuschung zu vermehren, ward dem Kopfe die Brust hinzugefügt, und dieselbe mit den natürlichen Kleidungsstücken angethan, aus denen man die Würden der Dargestellten sogleich unterscheiden konnte (S. die Hauptstelle bei *Polyb. hist.* 6, 51.).

Wann dieser Geschmack an kolorirten Wachsbüsten bei den Römern aufkam, können wir nicht sagen; doch redet Polybius (*l. c.*) hievon, als von einem allgemeinen, und also schon seit längeren Zeit eingeführten Gebrauche. Eine eigenthümliche Erfindung der Römer sind diese Art Bildnisse nicht; sondern sie kommen von Lysistratus, dem Bruder des Lysippus, her, aus dem Zeitalter Alexanders des Grofsen. Dieser Künstler war nach Plinius (35, 44.) der erste, der eine Form aus Gyps über die Natur selbst machte, dann in diese Gypsform das Wachs eingofs, und dies so abgegossene Wachsbild, sowohl der Form als der Farbe nach, vollendete. Eine andere Stelle des Plinius (35, 2.) erweiset, dafs die Römer bei ihren Ahnenbildern eben so wie Lysistratus verfuhren; und dies zeigt, dafs der Gebrauch solcher Wachsporträte in Rom erst nach dem Zeitalter Alexanders Eingang fand, und gleich allen übrigen Techniken von den Griechen entlehnt war. Nach und nach veraltete aber der Geschmack an denselben, so dafs Plinius (*l. c.*) mit einer Art von Bitterkeit bemerkt: dieser Gebrauch habe zu seiner Zeit ganz aufgehört, und dafs man statt jener in Wachs so ähnlichen Bildnisse jetzt blofs Gesichter von Silber gemacht sehe, die dem Auge nur eine stumpfe Verschiedenheit zeigten; dafs man hiemit mehr durch Reichthum grofsthun, als wirkliche Bildnisse aufstellen wolle; und da es kein Gepräge der Gemüther — keinen Charakter, — mehr gebe, würde auch die wahre Darstellung der körperlichen Bildnisse vernachlässigt. Indessen sehen wir einige Zeit nach Plinius die Wachsbilder, wenigstens in einigen besondern Fällen, wieder erscheinen. Dies geschah zum Behuf der Leichengepränge und der Apotheosen der Kaiser Pertinax und Septimius Severus, wie uns die Fragmente des Dio Cassius (74, p. 841.) und Herodian (4, 2.) umständlich berichten.

Prinzipien der Alten in Beziehung auf die Bildnisse.

Wollen wir nun weiter gehen, und die Grundsätze erforschen, welche die Alten bei der Anfertigung der Bildnisse leiteten, so sehen wir durch die eben besprochenen Wachsbilder, daſs es sowohl bei den Griechen als bei den Römern eine Zeit gab, wo die Kunst sich angelegen seyn lieſs, die höchste Treue und Aehnlichkeit, welche in Bildnissen zu erreichen ist, darzustellen — sowohl in Hinsicht der Gesichtsbildung, als der Kleidung und anderer Beisachen.

Dieses Streben nach Treue dehnte sich auch auf die Stellungen und Geberden aus. Alles sollte bei dem Bilde bedeutend und der dargestellten Person eigenthümlich seyn. Die Geschichte (*Corn. Nep. in Chabr. c.* 1.) erzählt von Chabrias, daſs er die Statue, mit der ihn seine Vaterstadt beehrte, in derselben Stellung errichten lieſs, in welcher er den Sieg über den Feind davon getragen hatte; und von dieser Zeit an kam der Gebrauch auf, daſs auch die Athleten und die andern Künstler — als Musiker und Pantomimen — ihre Statuen in denselben Stellungen setzen lieſsen, in welchen sie als Ueberwinder die Oberhand über ihre Gegner erhalten hatten. So viel hielt man auf Treue und Eigenthümlichkeit in der Nachbildung.

Allein diese Ansichten waren nicht immer herrschend. Plinius (35, 44.), von den Wachsbildern des Lysistratus sprechend, sagt ausdrücklich, daſs vor diesem Erfinder der natürlichen Abgüsse man die Bildnisse sehr schön zu machen pflegte. Der Autor erklärt sich über seinen Ausdruck „sehr schön" nicht. Indessen läſst sich nicht annehmen, daſs die Verschönerung der Bildnisse so weit ging, daſs sie dadurch aufgehört hätten, ähnlich zu seyn; denn in der Aehnlichkeit besteht das Wesen eines Bildnisses. Plinius scheint also diesen Ausdruck bloſs im Gegensatz der natürlichen Abgüsse, welche die vollkommenste Aehnlichkeit auch der miſsstaltenden Zufälligkeiten geben, gebraucht zu haben. Uebrigens liegt bei der Verfertigung eines jeden Porträts, das aus freier Hand gemacht wird, ein natürliches Streben nach Verschönerung zum Grunde. Wer sich abbilden läſst, wünscht auch am vortheilhaftesten zu erscheinen, und dieser Neigung kommt der Künstler gern entgegen. So wie der wohlgeschaffene Mensch durch ein gefälliges Betragen, durch ein milderes Wort die Gegenwart anderer ein-

nehmen mag, eben so neigt sich der Kunstsinn, das Mifsfällige der Gestalt zu mildern, und ein freundlicheres Beleben in seine Nachahmungen zu bringen. Dies geschieht auf sehr mannigfaltige Weise, je nachdem Gabe der Erfindung, Geschmack und feiner Sinn dem Künstler zu Gebote stehen. Ja selbst derjenige, welcher sich in seinen Nachahmungen der höchsten Treue befleifsigt, kann in keinem seiner Werke das Individuelle seines Geistes ganz verläugnen. So fühlt man in jedem der Porträte von der Hand Raphaels neben der hohen Treue, nach welcher er strebte, einen Reiz, ein Leben, eine Bedeutsamkeit, worin uns fast mehr das Gemüth des Künstlers, als des dargestellten Urbildes, anspricht. Hiernach sehen wir, dafs eine Art von Idealisirung oder von Verschönerung bei jedem Bildnisse, was aus der freien Hand eines tüchtigen Künstlers kommt, fast unzertrennbar ist. Nur kann sie mehr oder weniger absichtlich seyn.

Ohne der Aehnlichkeit Abbruch zu thun, und ohne den Grundcharakter der darzustellenden Person zu verwischen, weifs die Kunst ihr Urbild mit Absicht auf mannigfaltige Weise in Vortheil zu setzen. Sie mildert die Formen durch leises Wegnehmen und Zusetzen, sie erheitert zu scharfe Züge durch leichteres, und stumpfe durch stärkeres Andeuten. Das Mifsfällige versteckt sie, wie den zu langen Oberkopf des Pericles durch den Helm (*Plut. in Pericle c.* 3.), oder die Glatze des Caesar durch den Lorbeerkranz, oder die Einäugigkeit des Antigonus durch die Darstellung im Profil (*Plin.* 35, 36, §. 14. *cf. Quintil.* 2, 13.). Manches bewirkt sie durch das Anordnen der Haupthaare, und viel vermag die Malerei durch Farbe und Wahl der Beleuchtung.

Verschönerungen, welche auf solche Weise und durch solche Hülfsmittel erlangt werden, mufste Plinius meinen, wenn er sagt: dafs man vor Lysistratus die Bildnisse sehr schön zu machen pflegte; und auf ein ähnliches Verfahren von Seiten der Künstler spielt Lucian (*Pro imag. tom. II. p.* 26.) an, verspottet indessen diejenigen, welche in ihren Bildnissen von den Malern zu sehr geschmeichelt seyn wollen. Ueberhaupt blieb es bei allen Ideen von Verschönerungen immer Grundsatz der Kunst bei den Alten, dafs das Wesen eines guten Bildnisses in der Aehnlichkeit, besonders der Gesichtsbildung, bestehe. Anders verhielt es sich mit dem Uebrigen des Körperbaues. Plutarch (in *Alex. c.* 1.) sagt: Die Maler streben bei dem Porträt hauptsächlich, die Gesichtsbildung ähnlich darzustellen, weil darin sich das Gemüth offenbaret; sie bekümmern sich aber wenig um die

Aehnlichkeit des übrigen Gliederbaues. Die Aussage Plutarch's bestätigen die Denkmäler. Unter den Statuen giebt es wenige, wobei sich an eine treue Nachahmung des ganzen Körpers denken lieſse. Dies ist einzig der Fall bei den Bildern des schönen Antinous, und bei einigen Statuen von Athleten, und Philosophen, wie bei denen des Zeno, des Chrysippus und des Aristoteles; so wie auch in den beiden Statuen der Comödienschreiber Menander und Posidippus. Bei den übrigen war es eine Art von Typus, nach welchem man die Körper von Porträtstatuen verfertigte; daher es in spätern Zeiten geschah, daſs man die Köpfe zum Einsetzen auf solche Statuen besonders arbeitete, und dann nach Belieben mit den Porträten verschiedener Personen wechselte. Dies bemerkt schon Plinius (35, 2.), und dergleichen Statuen, wo die Köpfe eingesetzt sind, finden sich auch jetzt noch in den Sammlungen.

Was die Bekleidung betrifft, so ward solche nicht selten mit aller Treue, wie sich die Personen trugen, dargestellt, wie wir dies schon von den Ahnenbildern der Römer bemerkten, und noch jetzt in vielen Monumenten sehen. Man sollte aus der Kleidung und andern Nebensachen die Würde und den Stand der Dargestellten erkennen. Aber man blieb nicht hiebei. Der Grieche, von Jugend an bei den gymnastischen Uebungen und den Wettkämpfen der Athleten das Nackte zu sehen gewöhnt, duldete leicht, daſs die Kunst auch bei Bildnissen den Körper ohne Verhüllung darstellte. Solche Bildniſsstatuen führten den eigenen Namen der Achilleischen.

Länger hielt eine gewisse Scheu die Römer zurück, dies Achilleische Kostum für die Bildnisse anzunehmen; man bedeckte den Körper noch mit dem Panzer. Endlich fiel auch dieser weg, und schon aus dem Zeitalter der ersten Kaiser kommen Denkmäler vor, theils bloſs mit der Paenula um die Lenden, theils ganz nackt. Auch wählte man das Kostum der Luperci, denen bloſs ein Fell um die Lenden die Schaam deckte. (*Plin.* 34, 10.).

Die Kunst ging aber noch weiter. Vielfältig wurden Personen unter der Gestalt und mit den Attributen der Götter, Genien und Helden vorgestellt; und solche Bildungen trafen nicht bloſs Könige, Kaiser und andere Mächtige, sondern auch Männer und Frauen von untergeordnetem Stande. Claudia Semne, die Frau eines kaiserlichen Freigelassenen, ward in einer kleinen Kapelle bei ihrem Grabmal unter der Gestalt mehrerer Göttinnen

vorgestellt *); und die vielen Standbilder des schönen Antinous in mannigfacher Götterbildung sind bekannt **). Diese vergötterten Bildnisse scheinen besonders seit Alexander dem Grofsen in Gang gekommen zu seyn, der sich in einem berühmten Gemälde des Apelles als einen Sohn Jupiters mit den Blitzen in der Rechten vorstellen liefs (*Plin.* 35, 36, §. 15.). Es blieb nach und nach keine Gottheit im Olymp mehr, die nicht irgend einem Sterblichen ihre Gestalt und Attribute leihen mufste. Und so wie früher Personen, die durch Schönheit und Charakter sich auszeichneten, ihre Formen theilweise geben mufsten, um die Götter zu bilden; so wurden späterhin diesen ihre Gestalten wieder entwandt, um irgend das Bildnifs eines Sterblichen zu schmücken. Auf diese Weise entstand die Menge mehr oder weniger mit Absicht idealisirter Porträte, wobei jedoch das Beibehalten der Grundformen und Züge der Gesichtsbildung immer die erste Bedingung blieb.

Schlufs.

Aus den bisherigen Erörterungen erhellet Folgendes:

1) Da vor dem Zeitalter der sieben Weisen bei den Griechen, und bei den ihnen verwandten italischen Völkern, keine Kunst existirte, so können auch keine nach der Natur verfertigten Bildnisse von Personen, welche vor dieser Epoche lebten, vorhanden seyn; sondern wir müssen die Porträte, welche die spätere Kunst von solchen Personen aufstellte, als reine Ideale betrachten.

2) Ist unter den Denkmälern kein Bildnifs in irgend einer Kunstart vorhanden, welches, nach dem Styl zu urtheilen, vor den Perserkriegen, welche die Freiheit der Griechen sicherten, gemacht wäre. Alle noch vorhandenen Porträte tragen die Kennzeichen einer spätern Bearbeitung an sich. Doch lassen sich die Bildnisse solcher Personen, wel-

*) Eine ausführliche Beschreibung von dem in der Nähe von Rom im Jahr 1792 entdeckten sehr merkwürdigen Grabdenkmale hat unser Kollege Uhden gegeben (Siehe Museum der Alterthumswissenschaft 1sten Bandes 3tes Stück).

**) Siehe K. Levezow über den Antinous und seine Denkmäler.

che zwischen der 40sten und 80sten Olympias lebten, nicht ganz als Ideale betrachten, denn es wäre leicht möglich, und es ist selbst bei den meisten wahrscheinlich, daſs die Grundformen dabei von wirklich ältern Porträten genommen sind.

3) Nach den Perserkriegen, in dem Zeitalter des Phidias, kam die Kunst zu jener Höhe, daſs auch das Bildniſs in seiner Vollkommenheit dargestellt werden konnte. Von der Epoche der Kunst von Phidias bis Lysippus gilt die Aussage des Plinius, daſs man die Bildnisse sehr schön zu machen pflegte, im Verhältniſs nämlich zu den über die Natur geformten Porträten, welche Lysistratus, der Bruder des Lysippus, einführte. Diesen Gebrauch der in Wachs abgegossenen und kolorirten Porträte führten dann auch die Römer bei ihren Ahnenbildern ein.

4) In dem Zeitalter des Lysistratus, nämlich unter Alexander, zeigt sich aber auch der Anfang, die Bildnisse nach einer bestimmten Absicht zu idealisiren, und die Personen unter der Gestalt der Götter und Heroen darzustellen. Gegen das Ende der Republik fand dieser Gebrauch auch in Rom Eingang, und blieb besonders unter der Kaiser-Epoche herrschend, wie eine bedeutende Anzahl noch vorhandener Denkmäler in dieser Art erweiset.

Nachschrift *).

Als Forscher im fernen Alterthume habe ich gezeigt, wie Aegypter, Griechen und Römer bei ihren Bildnissen verfuhren, und wie bemüht diese groſsen Nationen waren, das Denkwürdige durch und in Bildnissen zu verewigen.

Hätte ich das Talent eines Lysippus oder Apelles, eines Raphael oder Leonardo: welch eine schöne Gelegenheit böte mir dieser feierliche Tag an, um das Bildniſs eines Fürsten zu entwerfen, an dessen Gestalt und

*) Für die öffentliche Sitzung am Jahrestage Sr. Maj. des Königs.

Zügen wir alle mit Liebe hängen, und von dessen Thaten unser ganzes Gemüth erfüllt ist. Auch die Nachwelt, auch die Kindeskinder sollten in einem solchen Bildnisse die Züge des Königes sehen, der die Freude seines Zeitalters und der Stolz seines Volkes ist. Das Ikonische würde ich für die Darstellung wählen, und die höchste Treue in der Nachahmung würde meinen Pinsel oder meinen Meiſsel führen; und wenn ich einige Idealität zugäbe, so würde es bloſs geschehen, um durch Nebenzeichen das Wahre desto anschaulicher hervorzuheben.

Ikonisch, wie jene Ueberwinder in den heiligen Spielen zu Olympia, würde ich den König darstellen, denn die Natur hat ihn schon ausgezeichnet durch eine Heldengestalt, und treu würde ich in den Gesichtszügen jenen hohen Ernst, jene gemilderte Würde, und jenen wahrhaft königlichen Sinn bewahren, welcher das Gute des Guten wegen will, und das Groſse ohne Geräusch verrichtet. Zu Pferd würde ich ihn darstellen, damit er — der König — ritterhaft vor den Augen seines Volkes erhöht sich zeigte, und ausbreiten würde er die ausgestreckte Rechte, wie dort Marcus Aurelius auf dem ewigen Capitolium, als Vater liebreich sein Volk segnend.

Ich würde dies Bildniſs als Denkmal für die Nachwelt aufstellen, und keiner seines Volkes sollte ausgeschlossen seyn, einen Beitrag dazu zu geben: die Fürsten vom Geblüt, der Stand der Ritter, und die Edelgesinnten im Volke würden beisteuern.

Folgende kurze Inschrift würde am Fuſse des Monumentes stehen:

Friderico Guilelmo III. Pio, Patri Patriae, libertatis Germanicae Vindici: Regiae Stirpis Principes, Ordoque Equester et Populus Anno MDCCCXIV.

Eine Inschrift sollte auch an jenem Thore stehen, welches jetzt den Siegeswagen, das Palladium des Reiches, wieder aufnahm. Ich würde hiefür folgende in Vorschlag bringen:

Quadriga Victoriae octo abhinc annis Francogallorum libidine inique ablata, Lutetiâ Parisiorum redux pristinam recuperavit sedem duce Friderico Guilelmo III. anno regni sui XVII.

Schön ist es, wenn sich Völker gegen ihre Fürsten dankbar zeigen, und ihnen in Denkmälern jene Huldigung erweisen, die auch noch dem späten Geschichtsforscher Zeugnisse geben, welche groſse Dinge ein König im treuen Einverständnisse mit seinem Volke zu thun vermochte. Aber die Geschichte eines gebildeten Volkes fordert auch Denkmale für die Männer aus der Nation, welche in den schweren Zeiten des Dranges dem Fürsten mit Rath

und

und mit der Stärke des Armes zur Seite waren. Unter denen, die dem Könige jetzt das groſse Werk der Völkerbefreiung vollführen halfen, hat der Monarch selbst sieben Männer durch Standeserhebung vor den Augen der Nation ausgezeichnet, und einen achten (Scharnhorst), der nach kaum begonnenem Kampf den Tod fand, gesellt die Stimme des Volkes hinzu. Denkmäler seyen auch diesen acht errichtet, und als Vertreter des Nationalruhmes, die den Geist und die Kraft des Gesammten so unübertrefflich ordneten und leiteten, mögen sie, in Erz gebildet, die Reiterstatue des Königes umstehen.

Aber es giebt noch einen Helden; wer könnte dessen an einem so schönen Tage nicht gedenken? — Es ist der Held der Nation vorzugsweise; ihm danken wir die hohe Gesinnung unseres Königes, ihm den Geist alles Groſsen, was sich in dem errungenen Kampfe so mächtig äuſserte. Es ist Friedrich II: Er lebt in unsern Herzen, aber ihm, dem Groſsen, ist noch kein sichtbares Denkmal errichtet.

Vor achtzehn Jahren ward ich mit dem Entwerfen eines solchen Denkmales beauftragt. Der Entwurf erhielt den Beifall des Fürsten, der damals den Thron besaſs; aber er ging zu Grabe, ehe der Anfang zu Errichtung desselben gemacht ward; und in den Umständen der folgenden Jahre lag es, daſs auch kein anderer Entwurf zur Ausführung kam.

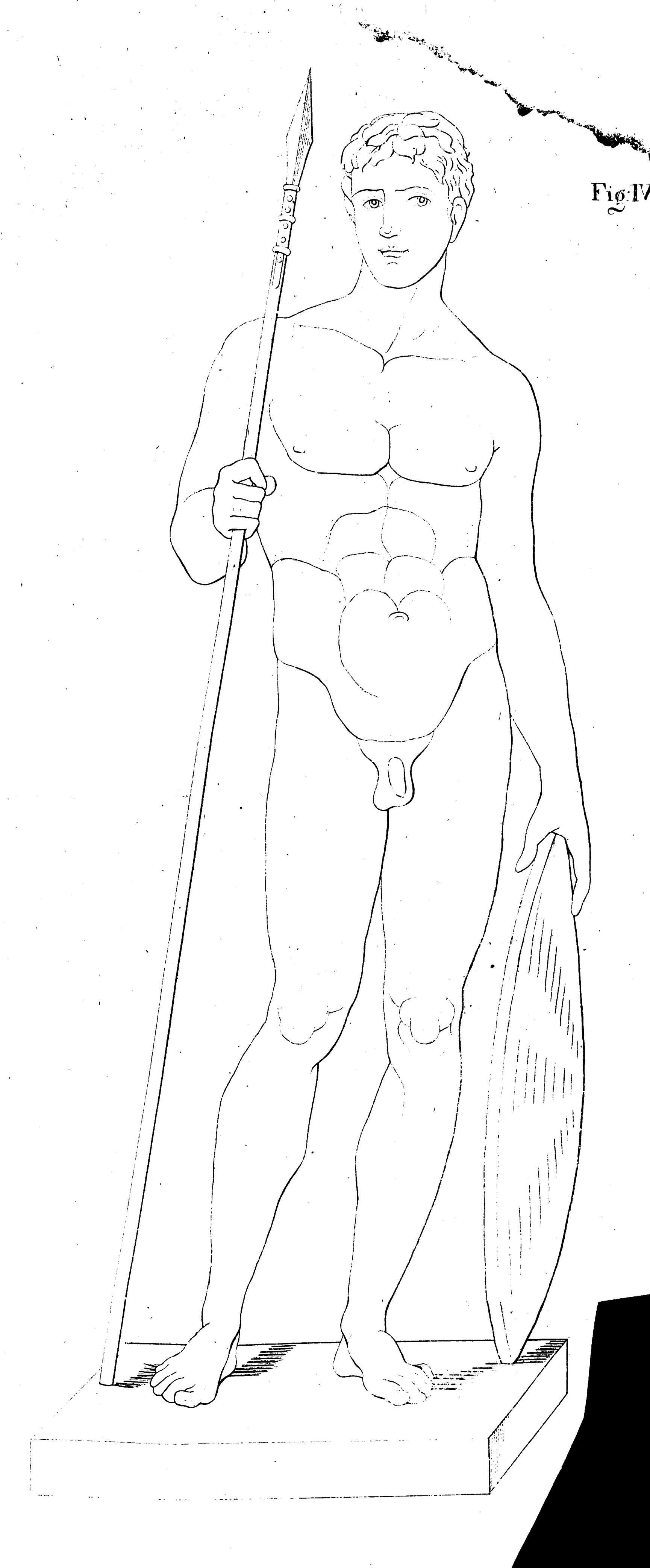
Eben so wie Friedrich Wilhelm III gehört Friedrich II der ganzen Nation an; und was vermag nicht der schöne Wille eines Volkes! — Die jetzt versammelten National-Repräsentanten würden nur den Wunsch des Volkes aussprechen, wenn hierwegen ein Antrag durch dieselben geschähe.

Aber Fürsten und Männer aus der Nation mögen immerhin Groſses verrichten: es bleibt nichtig, wenn nicht der Sinn des Rechts, wenn nicht ein höherer Sinn nach dem Unendlichen und Ewigen den Geist leitet. Ein groſses Volk ist ein gottergebnes Volk; das Auge gen Himmel gewandt trotzt es dem Schicksale, verzagt nicht über die Launen des Miſsgeschickes, und erhebt sich nicht übermüthig in den Tagen des Glückes. — Sehen wir auf das Volk jenseits des Meeres: Freiheit, Wohlstand, Fleiſs, Recht und religiöser Glaube wohnt bei ihm; es bekämpfte seit langen Jahren, zu Wasser und zu Land, einen arglistigen, verderblichen und alles Göttliche verachtenden Feind: und wie äuſsert es sich jetzt bei dem nun vollendeten Kampfe? — Ein ehrenvoller, vortheilhafter Friede sey dem Feinde zugestanden, damit der Geist der sittlichen und bürgerlichen Ordnung, damit Arbeitsamkeit

und Kunstfleifs bei ihm wieder geweckt, und jener rohe Charakter der Verwilderung, welcher bloſs im Krieg und Raub seine Befriedigung fand, allmählig gemildert werde. Es wird die Abstellung des Sklavenhandels mit ihm stipulirt, damit in jenen verwilderten Gemüthern selbst die mildern Ideen wahrer Freiheit wieder Eingang finden mögen. Ein solcher Geist geht nur von einem wahrhaft gebildeten und gottergebnen Volke aus.

Doch welch schönern Triumph religiöser Gesinnung wollen wir schauen, als den, wovon wir hier das Beispiel vor Augen haben? — Das Feldzeichen: Mit Gott für König und Vaterland! ward gegeben, und wundersam strömen die Völker zusammen. Sie stehen wie geübte Krieger in Reihe und Glied, und verrichten Thaten, denen gleich, welche der Himmel mit seinem unmittelbaren Beistand begeistert.

Auch Dir, Gott der Heerschaaren! gebührt ein sichtbares Denkmal für Deine Hülfe. Ein würdiges Denkmal für Dich ist der Bau einer Kirche in dem edlen Styl und in der edlen Einfachheit der primitiven Kirchen des Christenthums. — Fern seyen von einem solchen Baue jene lächerlichen Thürmeleien und Schnörkeleien eines ungeschlachten Mittelalters, eben so wie die planlosen Kuppoleien des päbstlichen Roms. Im Innern erscheine das kolossale Bild von Christi Auferstehung. Die Vorderseite trage die kurze Inschrift: Dem Erlöser. — In der Vorhalle des Tempels stehe die erzene Statue von **Martin Luther**, dem grofsen Wiederhersteller religiöser Freiheit und des bessern Christenthums. — Wer würde die Unkosten zu diesem religiösen Denkmale reichen? — Doch wer dürfte dem frommen Sinne unseres Königes hierin vorgreifen! — Heil dem Könige! Heil ihm im Siegeskranz!


Fig. IV.

Höhe. Breite. Höhe.

Fig: II

Höhe: 7. 5. | 2. | 3. 7. | 12. 3. | 7. 5. | 10. | 14. 5. | 2. 5.

Breite: 5. 2. | 6. 1. | 6. 5. | 6. | 3. 8. | 8. 5. | 8. 2. | 6. 5. | 7. 6. | 7. 9. | 6. 3. | 3. 9. | 4. | 2. 5.

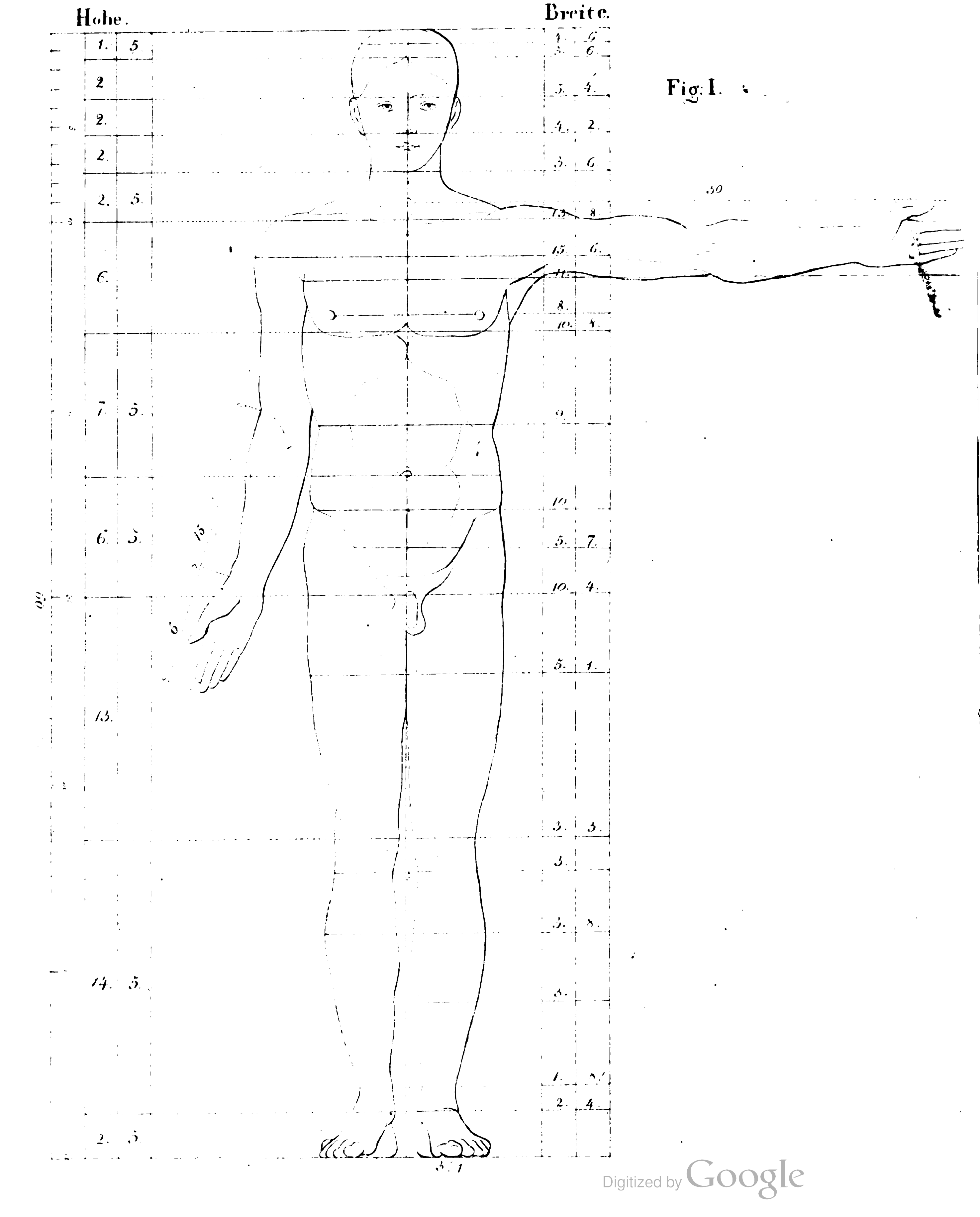
60. 10.

Fig: III

30. 15.

Höhe: 7. 5. | 5. 7. | 12. 3. | 7. 5. | 10. | 14. 5. | 2. 5.

Zu Herrn Hirts Abhandlung über den Kanon in der bildenden Kunst.


Hohe.
Breite.
Fig. I.
1. 5
2
2.
2.
2. 5.
6.
7. 5.
6. 5.
13.
14. 5.
2. 5
1. 6
5. 6
5. 4.
4. 2.
3. 6
13. 8
15. 6.
11.
8.
10. 4.
10
5. 7.
10. 4.
5. 1.
3. 3.
3.
3. 8.
1.
2. 4.
50

Ueber den Kanon in der bildenden Kunst.

Von Herrn A. Hirt *).

Jede Kunst wirkt auf ihre eigene Weise: die Poesie durch Worte, die Musik durch Töne, die bildende Kunst durch die Darstellung organisirter Gestalten, welche sie selbst schaffet. Das erste, was dem Künstler obliegt, ist, daſs er sich mit dem Wesen und mit dem Umfange seines Faches bekannt mache. Der Bildner und Maler hat in dieser Beziehung die schwierigsten Aufgaben; und wenn mit Recht gesagt wird: daſs der Künstler geboren werde, so bedarf es doch, auſser den mehr oder weniger schwierigen technischen Fertigkeiten, gewisser Kenntnisse, mit denen man sich vertraut gemacht haben muſs, wenn der Geist mit Freiheit thätig seyn soll. Für den bildenden Künstler sind die Studien dieser Art mannigfaltig, wovon wir hier nur auf Eines aufmerksam machen wollen, nämlich auf die Lehre von den Verhältnissen des menschlichen Körperbaues. Diese Lehre gehört zu den Elementarkenntnissen des bildenden Künstlers, denn sie liegt einer jeden seiner Arbeiten zum Grunde. Im Alterthume setzte man darauf den höchsten Werth; die gröſsten Meister beschäftigten sich mit ihrer Begründung, und Polyklet machte sich durch die Aufstellung seines Kanons unsterblich. An diesem Kanon hing gleichsam das Geheimniſs der Kunst bei den Alten, wodurch selbst die Werke späterer Zeit noch einen gewissen Werth zeigen. Mit dem Polykletischen Kanon ging der wahre Schlüs-

*) Vorgelesen den 6sten April 1815. Wiedergelesen in der öffentlichen Sitzung den 4ten Julius 1815.

sel zur Kunst verloren. Hätte er sich bei dem Wiederaufleben derselben im 13ten Jahrhundert noch vorgefunden, so würde er für die neuere Bildkunst eben das gewesen seyn, was Euklides für die Mathematik, oder Vitruv für die Architektur. Der Mangel eines Kanons liefs die neuere Kunst durch Jahrhunderte in der Kindheit; und wenn sie gleich späterhin in andern Beziehungen bedeutende Fortschritte machte, und eine schöne Blüthe erreichte, so blieb sie in Rücksicht auf Wohlgestalt doch immer weit hinter der Kunst der Alten zurück. Indessen fehlte es auch unter den Neuern nicht an Meistern, welche das Bedürfniss einer Grundregel für die Verhältnisse lebhaft fühlten. Albert Dürer verdient in dieser Hinsicht unsere vorzügliche Achtung: und wenn der Deutsche nicht leistete, was der Grieche, so war es nicht Mangel an Scharfsinn und beharrlichem Fleifse, sondern Ungunst des Zeitalters, und des Landes, worin er geboren war und lebte. Dem Albert Dürer war der Besuch der öffentlichen Kampfspiele und der Palaestra, wo sich die schönsten Körper täglich nackt übten, und sich zu jeder Gewandtheit ausbildeten, nicht vergönnt. Er hatte nicht einmal das Glück, die Ueberreste des Alterthums zu sehen, welche seinen Zeitgenossen in Italien einen so grofsen Vorschub gaben. Ungeachtet dessen haben seine Lehren, welche er über die Verhältnisse des menschlichen Körpers aufstellte, wahren Werth. Unglücklicherweise scheinen sie selbst früher nur bei Wenigen die verdiente Beachtung gefunden zu haben, und seitdem es öffentliche Kunstschulen oder sogenannte Akademien giebt, ist mir auch nicht Eine bekannt, welche das Bemühen Albert Dürers bei dem Unterrichte berücksichtiget hätte.

Wir glauben daher, hier eine nicht unwichtige Sache zur Sprache zu bringen, indem wir die Fragen aufwerfen:

1) Welche Begriffe hat man sich von dem Kanon Polyklet's zu machen?

2) Wie verhält sich die Arbeit Albert Dürers zu der Regel der Griechen? und

3) Welche Wege möchten wohl einzuschlagen seyn, eine Wiederherstellung des griechischen Kanons zu bewirken?

I.

Nach den meisten Nachrichten, die von dem Kanon Polyklet's auf uns gekommen sind, sollte man glauben, dafs das Wesentlichste dessel-

ben in einer Bildsäule bestanden habe, welche hauptsächlich zu dem Zweck gemacht war, die schönen Verhältnisse des menschlichen Körperbaues an einem zum Manne gereiften Jünglinge zu zeigen. Plinius (34, 19, 2.) von den Werken Polyklet's handelnd, sagt: „Er verfertigte auch, was die Künstler den Kanon nennen, indem sie sich in ihren Umrissen darnach, wie nach einer gesetzlichen Vorschrift richten; und Polyklet war deswegen als der Meister angesehen, welcher durch ein Kunstwerk die Kunst selbst dargestellt hat."

Dahin lautet auch folgende Stelle des Galenus (*de Temperam.* I, 9.): „Die Bildner, Maler, Bildhauer, und überhaupt jede Art von Künstlern, malen und bilden von jeder Gattung nur das Schönste, als den von Gestalt vorzüglichen Menschen, oder Pferd, oder Ochsen, oder Leuen, genau dahin sehend, was in jeder Gattung die Mitte sey. So lobt man eine Statue Polyklet's, welche der Kanon heifst: ein Name, den die Bildsäule daher erhielt, weil alle Theile an derselben sich wechselweise auf's genaueste entsprechen."

Lucian (*de Saltat. p.* 946.), welcher die Gestalt des vollkommenen Tänzers mit dem Kanon Polyklet's vergleicht, giebt davon eine Art von negativer Schilderung in folgenden Worten: „Er (der Tänzer) darf weder übermäfsig lang, noch klein und zwerghaftig, weder fleischig und fett (dies wäre bei seiner Kunst ganz ungereimt), noch so schmächtig und mager seyn, dafs er einem mit Haut überzogenen Gerippe ähnlich sieht; sondern sein ganzer Bau und Wuchs mufs die richtigsten Verhältnisse und das Bild des schönsten Ebenmaafses darstellen."

Andere nennen die Statue von Polyklet, welche die Künstler zum Vorbild schöner Verhältnisse nahmen, nicht Kanon, sondern Doryphorus — Lanzenträger —. So sagt Cicero (*de clar. Orat. c.* 86.): „Gleichwie Lysippus sich den Doryphorus des Polyklet, so nahmst du dir die Empfehlungsrede von dem Servilischen Gesetze zum Muster." Und in einer andern Stelle (*Orat. ad Brut. c.* 2.) heifst es: „Andere Künstler hätten sich durch die Bildsäule des olympischen Jupiter, und durch die des Doryphorus, nicht abschrecken lassen, zu versuchen, wie weit sie es würden bringen können u. s. w."

Als Musterbild kommt der Doryphorus auch bei Quintilian (5, 12.) vor; er sagt: „Die berühmtesten Bildner und Maler, wenn sie die schönsten Körper darstellen wollten, sind nie in den Irrthum verfallen, sich

einen Bagoas oder Megabyzus zum Vorbild zu nehmen, sondern jenen Doryphorus, dessen Körper eben so tauglich für den Krieg, als für die Kampfspiele ist."

Nach diesen Aussagen sollte man glauben, dafs der Kanon und der Doryphorus eine und dieselbe Bildsäule gewesen seyen. Allein Plinius (l. c.) scheint dieser Meinung zu widersprechen, und den Doryphorus von dem Kanon zu unterscheiden. Indessen bleibt es kaum zweifelhaft, dafs Plinius entweder in Irrthum war (was ihm in seinen Kunstnachrichten nicht selten begegnet), oder, was hier wahrscheinlicher ist, dass dem Texte durch eine fehlerhafte Interpunktion ein unrichtiger Sinn untergelegt ward. Die Worte sind folgende: „*Polycletus — Diadumenum fecit molliter juvenem, centum talentis nobilitatum; idem et Doryphorum viriliter puerum. Fecit et quem Canona artifices vocant, lineamenta artis ex eo petentes, velut a lege quadam etc.*" Nun meine ich, dafs nach *puerum* das Punktum wegzustreichen, und nach *fecit* blofs ein Comma zu machen sey, um dann den Plinius deutlich sagen zu lassen, was nach den angeführten Stellen Anderer höchst wahrscheinlich ist, nämlich: dafs der Doryphorus gerade die Bildsäule gewesen sey, welche die Künstler den Kanon nannten. Bedenkt man ferner, dafs die Bildsäule des Kanons nothwendig irgend eine Stellung haben mufste, diese aber so wenig wie möglich von dem geraden Stande abgehen durfte, so möchte ein Lanzenträger hiefür allerdings die passendste und einfachste gewesen seyn.

Noch mehr: wenn ich mir anders die Sache richtig vorstelle, so war die Benennung Kanon nicht so viel Haupt- als Beiname der Bildsäule. Denn der eigentliche Kanon bestand in einer Schrift, worin Polyklet die Gesetze für die Verhältnisse angegeben hatte, und wovon die Statue nur das anschauliche Bild war. Hierüber giebt uns folgende Stelle im Galenus (*de Placit. Hippocr. et Plat.* 5, p. 288. *ed. Basil.*) den nähern Aufschlufs; er sagt: „Die Schönheit des Körpers beruht in dem Ebenmaafs der Theile, wie in dem Kanon von Polyklet gezeigt wird. Denn dieser Meister stellt in jener Schrift die Lehre von allen Verhältnissen des Körpers auf, und hat zugleich seine Angaben durch ein Kunstwerk bestätigt, indem er nach den Vorschriften seiner Lehre eine Bildsäule verfertigte, welcher er auch, so wie der Schrift, den Namen Kanon beilegte."

Polyklet, der die Kunstschulen der Alten durch seinen Kanon so sehr hob, war von Sicyon, ein Schüler des Ageladas, und lebte im Pe-

rikleischen Zeitalter, in der Bildungsepoche der griechischen Kunst. Er zeichnete sich eben so als Baumeister wie als Bildner aus. Sein Theater und sein Rundgebäude zu Epidaurus galten immer als Muster schöner Verhältnisse (*Paus.* 2, 27.). Indessen scheint er weder der erste, noch in seinem Zeitalter der einzige gewesen zu seyn, der sich um das Studium schöner Verhältnisse verdient machte. Myron, sein Mitschüler und Nebenbuhler, wird gerühmt, noch sorgfältiger als Polyklet das Ebenmaafs in seinen Werken beobachtet zu haben (*Plin.* 34, 19, §. 3.); und gleichzeitig mit diesen Bildnern lebten die Maler Parrhasius und Zeuxis, die zuerst auch ein strengeres Ebenmaafs in der Malerei einführten, und zwar scheint Letzterer besonders sich wesentliche Abweichungen von dem Kanon Polyklet's erlaubt zu haben, indem er nicht nur die Köpfe und die Gelenke gröfser hielt, sondern überhaupt die Gliedmafsen stärker machte, glaubend, dafs dies zur Grofsheit beitrage, das Beispiel des Homer's befolgend, welchem mächtige Formen auch an den Weibern gefielen (*Plin.* 35, 36, §. 2. und 5. *cf. Quintilian.* 12, 10.).

Aber später gab es noch Andere, welche über die Verhältnisse ihren Scharfsinn übten. Euphranor, in der 104ten Olympias, ein eben so grofser Maler als Bildner, machte gleichfalls eine Schrift hierüber bekannt. Die Körper hielt er im Ganzen schmächtiger, doch eine gewisse Grofsheit in den Köpfen und in den Gelenken beobachtend (*Plin.* 35, 40, §. 25.). Lysippus, obgleich er den Doryphorus des Polyklet als sein Muster und seinen Lehrmeister rühmte (*Cicero de clar. Orat. c.* 86.), ging in dem Studium des Ebenmaafses noch weiter, die Köpfe kleiner, die Körper schmächtiger und trockener darstellend, als die ältern Meister thaten, in der Meinung, dafs dadurch die Bildsäulen an Ansehen gewönnen, und so erlaubte er sich auf eine neue und nie geahnete Weise von den untersetzten (vierschrötig, *quadratus*, τετράγωνος) Gestalten der ältern Meister abzuweichen, gewöhnlich sagend: von jenen wären die Menschen dargestellt worden, wie sie wären, von ihm aber, wie sie erschienen (*Plin.* 34, 19, §. 6.).

Aber so wie zu erwarten war, dafs in einer Sache, wobei so viel vom Gefühl und von optischen Erfahrungen abhängt, Andere sich geringe Abweichungen von dem Polykletischen Kanon erlauben würden, eben so ist mit Sicherheit anzunehmen, dafs Polyklet nicht zuerst über das Wesen der Verhältnisse nachdachte, sondern dafs das Bedürfnifs, etwas Gesetzliches hierüber auszumitteln, in den Kunstschulen schon früher rege war. Wir haben indessen von solchen frühern Versuchen

keine Nachricht. Doch können wir hier nicht mit Stillschweigen übergehen, was uns Diodor (I, 98.) in dieser Beziehung von zwei sehr alten Meistern, von Telecles und Theodorus von Samos, den Söhnen des Rhoecus, berichtet. Diese hatten die Kunst in Aegypten studirt, und zum Behuf Bildsäulen zu verfertigen eine besondere Art den menschlichen Körper zu messen von dahen mit sich gebracht. So verfertigten sie nach ihrer Rückkunft in Gemeinschaft die Bildsäule des Apollo Pythius für ihre Vaterstadt, indem der Eine die eine Hälfte der Statue zu Ephesus, und der Andere die andre Hälfte zu Samos ausarbeitete. Als sie dann die beiden Hälften zusammensetzten, pafsten sie vollkommen, und es zeigte sich, dafs kein Verstofs gegen die Maafse gemacht war. Dies gelang dadurch, dafs die beiden Brüder, nach Art der ägyptischen Künstler, den ganzen Körper in ein und zwanzig und einen vierten Theil theilten, und so jedem Theile genau die Quote, die er haben mufste, anwiesen *).

Hieraus ersieht man, dafs allerdings auch schon die Aegypter, deren Schüler die Griechen waren, eine Art von Kanon für die Verhältnisse des Körpers hatten, wonach sie ihre Bildsäulen verfertigten. Aber dieser Kanon, wie wir uns aus der Ansicht ägyptischer Bildwerke lebhaft überzeugen können, war nur ein technischer Nothbehelf, um eine Bildsäule schnell in Thon darzustellen, und dann in Holz oder in einem andern Material auszuarbeiten. Das höhere Gefühl, und das Nachdenken über das innere Wesen und die Schönheit der körperlichen Gestalt, welche aus dem gefälligen Ebenmaafs der Theile hervorgeht, hatte daran keinen Antheil. Indessen, so roh auch die Griechen die Kunst aus den Händen der Aegypter empfangen haben mögen, so läfst sich doch nicht läugnen, dafs durch ein solches Ausmessen der Glieder für das weitere Fortschreiten der Kunst viel gewonnen war. Dem für das Schöne empfänglichen Griechen war der Weg gebahnt. Allmählig kam er dazu, von den mannigfaltig schönen Körpern das Mittelmaafs zu nehmen, und so bildete er stufenweise einen für die Kunst und die Kritik des Schönen bleibenden Kanon.

Von

*) Da ich an einem andern Orte, nämlich in meiner bis jetzt noch nicht vollendeten Geschichte der Baukunst, von den hier genannten drei Künstlern von Samos ausführlich gehandelt habe, so führe ich hier nur an, dafs sie im Zeitalter des Croesus und Polycrates um die 60ste Olympias lebten, und sich durch mehrere grofse sowohl Bau- als Bildwerke berühmt machten.

Von welchem wesentlichen Zweck und Nutzen war aber eine solche Arbeit für die Aufnahme der Kunst? und in welchem Sinne konnte Lysippus die Bildsäule des Doryphorus seinen Lehrmeister nennen?

Diese Frage scheint nicht überflüssig, wenn man erwägt, wie verschieden die Maaße und Verhältnisse des menschlichen Körperbaues nach den verschiedenen Altern, Geschlechtern und Charakteren in der Natur sind, und daß die Kunst, die Nachahmerin der Natur, nicht auf ein Einzelnes sich beschränkt, sondern in Darstellung mannigfaltiger Charaktere ihre Wesenheit setzt. All dieses ist wahr! — Aber gerade um das Abweichende in den Charakteren wahrzunehmen, und das Wesen solcher Verschiedenheiten desto besser einzusehen, war die Aufstellung eines Urmaaßes, eines Kanons, von höchster Wichtigkeit.

Durch die Aufmerksamkeit auf Maaß und Zahl wird erstlich dem Anfänger in der Kunst die Arbeit ungemein erleichtert. Er arbeitet theilweise, aber immer in Beziehung auf das Ganze, und bildet also mit Einsicht das Augenmaaß, so daß er auch bald ohne ferneres Messen jedes Verhältniß leicht trifft. Zweitens, da der Kanon den zum Manne gereiften Jüngling darstellt, und in ihm nach allen Theilen das Mittelmaaß angegeben ist, so gelangt der Anfänger früh zu einer gründlichen Einsicht in die Natur des Schönen vom menschlichen Körperbaue. Der Kanon wird ihm ein allgemeiner Maaßstab, andere Körper damit zu vergleichen, und die Abweichungen von der Linie des Mittelmaaßes schnell zu finden und zu beurtheilen. Drittens, da der Kanon nur das Schöne im Allgemeinen zum Zweck hat, und auf das Individuelle der Charaktere keine Rücksicht nimmt, sondern gleichsam in der Mitte von allem Charakteristischen schwebet, so eignet er sich gerade am besten, das Eigenthümliche jeder Art aufzufinden, einzusehen und anzugeben.

Setzen wir uns einen Augenblick in den Kreis der edelsten Idealcharaktere, welche die Kunst der Alten erfand, nämlich in den der Obergötter, und stellen wir den Kanon Polyklet's daneben.

Unter diesen sind einige dem Kanon mehr, andere weniger verwandt. Von den erstern giebt es vier, die sich demselben am meisten annähern, und doch wieder von ihm eben so verschieden sind, als sie sich selbst auf den ersten Anblick von einander unterscheiden. Diese vier Göttergestalten gingen von dem Kanon als Grundlage aus, und die Kunst fügte nur jene Abänderungen bei, welche der besondere Charakter jeder Gottheit erheischte.

Apollo zeichnet sich aus durch Höhe und Schlankheit, Bacchus durch das Volle und Rundliche, Merkur durch das Gewandte und Kräftige, und Mars durch das Untersetzte und Starke in der Brust und in den Schultern, so wie durch das Leichte in den Hüften und in den Beinen, um das Eigenthümliche des eben so raschen als gewaltigen Kriegers zu bezeichnen. Fast möchte man behaupten; der Kanon stehe in der Mitte selbst zwischen den drei Jugendgöttinnen: Diana, so wie Apollo, macht sich kenntlich durch das Schlanke; Venus, so wie Bacchus, durch reizende Fülle; und Minerva, so wie Mars, durch das Starke in den Schultern und das Leichte in den Hüften. Im entferntern Grade zum Kanon stehen die ältern bärtigen Götter. Es sind aber nicht sowohl die Verhältnisse der Höhe, als die der Breite, worin sie vom Kanon abweichen. Doch genug, um zu zeigen, welchen Begriff man sich im Allgemeinen von dem Kanon der Alten zu machen habe, und wie wichtig dessen Aufstellung für das gesammte Kunstwesen der Alten seyn mußte.

II.

Wie verhält sich nun die Arbeit des deutschen Polyklet zu dem Kanon der Griechen?

Das Bemühen Albert Dürer's für die Lehre der Verhältnisse besteht in einer Schrift mit Zeichnungen, welche den Titel führt: „Vier Bücher von menschlicher Proportion.“ Sie ist das Werk der reifern Jahre des Künstlers. Die vollständige Ausgabe erlebte er selbst nicht mehr; sie erschien aber noch in seinem Sterbejahre 1528. Aus der Zueignung an Wilibald Pirckeymer ersieht man, daß dieser sein Freund ihn besonders zur Herausgabe aufmunterte.

Im ersten Buche giebt er die Verhältnisse mehrerer, sowohl männlicher als weiblicher Figuren, von sieben, acht, neun und zehn Köpfen; dann insbesondere die Verhältnisse des Kopfes, der Hand und des Fußes, und schließt mit den Verhältnissen einer Gestalt im Knabenalter. Im zweiten Buche kommt wieder eine Reihe ähnlicher Figuren, wie in dem ersten, vor; aber anstatt durch Verhältnisse sind die Größen der Gliedmaßen durch Zahlen nach einem Maaßstabe bestimmt. Im dritten Buche giebt er sinnreiche Erfindungen, theils ganze Figuren, theils einzelne Hauptheile derselben in ihren Maaßen nach Belieben abzuändern. Sinnreich sind besonders die man-

nigfältigen Abänderungen der Köpfe, und die Darstellung ganzer Figuren nach ihrer höchsten Länge und Kürze. Das vierte Buch beschäftigt sich hauptsächlich mit der Weise, die Glieder zu biegen, zu verkürzen u. s. w.

Die den Zeichnungen beigefügten Erklärungen deuten blofs die Arten der Messung und die Maafse der Glieder an, mit Beifügung der nöthigen Beschreibungen über den Gebrauch der Instrumente und der Schemata. Die Quellen, aus denen er seine Verhältnisse und Maafse schöpfte, und warum er dies und jenes so annahm, darüber berichtet er nicht näher.

Aus diesen, so wie aus seinen andern Schriften, ersieht man recht lebendig, wie ein grofses Talent, das eine höchst dürftige Erziehung erhielt, sein ganzes Leben hindurch bemüht ist, das früher Versäumte für sich nachzuholen, und das neu Ausgedachte sogleich zum Nutzen Anderer zu verwenden. Die Kenntnifs der Verhältnisse des menschlichen Körperbaues hielt er um so höher, je mehr er durch den Mangel eines solchen Unterrichtes bei seinen Fortschritten sich gehindert fühlen mufste. Mit allem Bemühen ahnete indessen der grofse Mann diese Lehre mehr, als er selbst hiemit in Richtigkeit und Uebereinstimmung kam.

Der Kanon der Alten drängte alles auf Einen Punkt zusammen, er stellte von den schönsten Gestalten in der Natur das Mittelmaafs auf, und gleichsam selbst charakterlos, schwebte er in der Mitte des Charaktervollsten und Bedeutendsten. Die Versuche Albert Dürer's hingegen gehen ins Breite. Ihm, wie es scheint, war mehr um ein *Maximum* und *Minimum* zu thun, nämlich die Verhältnisse mannigfaltiger Figuren anzugeben, und auf die äufsersten Gränzen von Lang und Kurz, von Dick und Dünn an der menschlichen Gestalt aufmerksam zu machen.

Dafs in den Kunstschulen der Alten eine Verhältnifslehre zum Grunde gelegt ward, war ihm nicht unbekannt; aber es scheint nicht, dafs er den Geist derselben erfafst habe. Albert Dürer's Streben ergriff mehr das Mannigfaltige in den Verhältnissen, als die Darstellung des Schönen, welches aus dem Mittelmaafse hervorgeht, und wodurch das Urgesetz für die abweichenden Verhältnisse erst deutlich bestimmt wird.

Wir sind indessen weit entfernt, das Bemühen des deutschen Gesetzgebers zu tadeln. Vielmehr sind wir geneigt zu glauben, dafs die Arbeit des neuern Künstlers sehr gut neben der des alten Bildners stehen könnte, wenn letztere auch noch vorhanden wäre. Man mufs das Mittelmaafs kennen, denn dadurch lassen sich allein die würdigsten und schönsten Charak-

tere richtig erfassen. Man muſs aber auch mit dem *Maximum* und *Minimum* der Verhältnisse bekannt seyn, um die Gränzen des Natürlichen nicht zu überschreiten, und sich vor dem Zerrbilde zu hüten. Zwischen dem Mittelmaaſse und dem *Maximum* einerseits, und dem *Minimum* andrerseits, liegen die Charaktere, deren Darstellung der Zweck der Kunst ist.

Dadurch wird auch klar, in wie fern das Verhältniſsmaaſs die Schönheit einer Gestalt begründe. Lang und Kurz, Dick und Dünn sind die Begriffe, welche bei Bestimmung der Verhältnisse in Anspruch kommen. Nun haben die Alten vielfältig, und so auch die Neuern, die körperliche Schönheit, wenn sie eine Erklärung davon zu geben versuchten, in ein richtiges Verhältniſs oder in das Ebenmaaſs der Glieder zu einander gesetzt. Dies geben wir auch gerne zu, nämlich in so fern ohne Ebenmaaſs kein vollkommen schöner Körper seyn kann. Dagegen läugnen wir, daſs das beobachtete Ebenmaaſs schon an und für sich Schönheit bewirke; denn es kann vollkommen wohl proportionirte Körper geben, die deswegen doch nicht schön zu nennen sind. Das Verfahren Albert Dürer's bei seiner Verhältniſslehre zeiget dies hinlänglich. Zur körperlichen Schönheit genügt die Uebereinstimmung der Gliedmaſsen nicht; die einzelnen Glieder müssen auch an und für sich wohlgestaltet seyn. Andrerseits kann ein wohlgestalteter Mann, oder auch eine solche Statue, einzelne Gliedmaſsen haben, die zu dem Ganzen nicht passen; dessen ungeachtet bleibt das Ganze eines solchen Mannes, oder einer solchen Statue, immer schön, wenn gleich die dazu nicht passenden Theile tadelhaft sind. Ueberhaupt bezeichnet das Ebenmaaſs bei organisirten Körpern nur das Untadeliche; bei dem Schönen aber muſs noch die Wohlgestalt der einzelnen Glieder hinzukommen.

Dies sey hinreichend, um anzudeuten, was die Arbeit Albert Dürer's enthalte, und in welcher Beziehung sie zu dem Kanon der Alten stehe.

III.

Wir kommen nun zur dritten Frage: ob es noch Mittel und Wege gebe, auf welchen die Wiederherstellung des Polykletischen Kanons zu versuchen seyn möchte?

Wenn man diese Frage macht, so versteht es sich, daſs nicht die Meinung seyn kann, weder zu fordern, noch zu wollen, daſs der verlorene

Kanon nach allen den ursprünglichen Maaſsen wieder hergestellt werde. Uebrigens, gelänge es auch, sie wirklich zu treffen, so würde man doch dessen nie gewiſs seyn, da keine Hoffnung vorhanden ist, weder die Bildsäule, noch die Schrift des Kanons je wieder zu finden. Die Frage schlieſst bloſs in sich: ob sich durch gehöriges Forschen eine Figur darstellen lieſse, welche man als das Mittelmaaſs der wohlgestaltetsten Körper ansehen, und zum Muster für die Lehre der Verhältnisse, so wie im Alterthum den Kanon Polyklet's, in den Kunstschulen einführen könnte? —

Darauf antworten wir: warum nicht? — Die Wiederherstellung einer solchen Figur ist nicht bloſs möglich; sie muſs auch wirklich werden, wenn je die Kunstschulen im Sinne der Alten wieder aufblühen sollen.

Wir haben, um einen solchen Versuch zu machen, zwei Arten von Quellen, die Schriften Vitruv's, und die vornehmsten aus dem Alterthum auf uns gekommenen Bildsäulen. In den ersten finden wir noch einige der wesentlichsten Verhältnisse des menschlichen Körperbaues angegeben; und wir dürfen kaum zweifeln, daſs sie aus dem Kanon Polyklet's entnommen seyen. Zwar sagt er es nicht ausdrücklich, aber er redet hievon als von anerkannten und allgemein angenommenen Maaſsen, und nennt den Polyklet mehrmal als einen Meister, den seine Werke unsterblich machten. Zwar schrieb auch der Bildner Euphranor über die Verhältnisse; allein dessen Name kommt nie bei Vitruv vor, und es scheint nicht, daſs seine Schrift das Ansehen der Polykletischen in den Kunstschulen erlangt habe.

Die Worte Vitruv's (3, 1.) sind:

„Die Natur hat den menschlichen Körper so eingerichtet, daſs das Gesicht vom Kinne bis zum obersten Rande der Stirne und an die untersten Wurzeln des Haarwuchses ein Zehntel desselben beträgt; desgleichen die flache Hand vom Gelenke bis an die Spitze des Mittelfingers eben so viel; der Kopf vom Kinne bis zur obersten Scheitel ein Achtel; eben so viel unten von dem Genicke an. Oben von der Brust bis zum Anfange des Haarwuchses ein Siebentel, und bis zur obersten Scheitel ein Sechstel *).

*) Die beiden letzteren Maaſse sind im Texte, wie wir ihn jetzt haben, so angegeben: „Oben von der Brust bis zum Anfange des Haarwuchses ein Sechstel, und bis zur obersten Scheitel ein Viertel." Beide sind nicht passend; denn nimmt man die Länge des Körpers zu sechzig Theilen an, so kann die Höhe des Halses nicht mehr als drittehalb Theile betragen. Daher ist das erste Verhältniſs nicht ein Sechstel, sondern ein Siebentel, und



Ein Drittel der Gesichtslänge ist es vom Kinn bis unter die Naselöcher; und von den Naselöchern bis da, wo in Mitte der Augenbraunen die Nase aufhört, eben so viel; und von hier bis zum Anfange des Haarwuchses, wo die Stirn aufhört, gleichfalls ein Drittel. Der Fuſs hält ein Sechstel der Länge des Körpers, die Brust gleichfalls ein Sechstel, und der Ellbogen ein Viertel *). Auch die übrigen Glieder haben ihr Verhältniſsmaaſs, durch dessen Beobachtung die ältern groſsen Maler und Bildner unsterblichen Ruhm erworben haben. — Ferner ist des Körpers natürlicher Mittelpunkt der Nabel; denn wenn ein Mensch mit auseinandergestreckten Händen und Füſsen rückwärts sich hinlegt, und man ihm den einen Schenkel des Zirkels in den Nabel stellt, so werden bei Beschreibung des Kreises die Spitzen, sowohl der Finger beider Hände, als der Zehen beider Füſse, von der Zirkellinie berührt werden. So aber, wie sich die Figur eines Zirkels im Körper darstellen läſst, findet sich darin nicht minder die eines Vierecks; denn wenn man dessen Maaſs von der Fuſssohle bis zur obersten Scheitel nimmt, und dies mit dem von einer ausgestreckten Hand zur andern vergleichet, so wird sich ergeben, daſs dessen Breite der Länge völlig gleich sey, so wie eine nach dem Winkelmaaſs abgemessene Quadratfläche."

Solches sind die Verhältnisse, die uns Vitruv aufbewahrt hat, und die bei dem Versuche einer Wiederherstellung des alten Kanons zum Grunde gelegt werden müssen. Bei den übrigen Verhältnissen aber bleibt uns keine andere Hülfe, als die

„der antiken Bildsäulen."

Denn mit Sicherheit kann man annehmen, daſs ihre Verfertiger nach dem Kanon ihren Unterricht erhielten, und denselben also bei ihren Arbeiten vor Augen hatten. Indessen kann man sich der Monumente zu einem solchen *Zwecke* nicht ohne groſse Vorsicht bedienen; denn natürlich weichen sie in ihren Formen und Verhältnissen bedeutend von einander ab,

das zweite von der Brust bis zur obersten Scheitel gerade ein Sechstel. Man sieht also, daſs durch die Abschreiber, welche diese Verhältnisse nicht durch Schrift, sondern durch Zahlen bezeichneten, der Text entstellt worden ist, und bei erster Zahl-Partis VII. ein I wegfallen, und bei der zweiten Zahl das I nach dem V, anstatt vor dem V, stehn muſs.

*) Der Text heiſst jetzt: „*pes altitudinis corporis VIae; cubitus IVae, pectus item IVae.*" Offenbar ist hier durch die Abschreiber eine Versetzung vorgegangen: *pectus* muſs vor *cubitus* gesetzt werden, und anstatt *IVae* nach *pectus*, muſs das Zahlzeichen *I* nach *V*, anstatt vor *V* stehen. Hiernach fällt das Maaſs richtig, nämlich ein Sechstel für die Brust.

theils des eigenthümlichen Charakters, theils optischer Rücksichten wegen. Dazu kommt, daſs die Bildsäulen nicht orthographisch, sondern in mancherlei Bewegungen und Biegungen dargestellt sind, wobei sich andere Theile verlängern, andere verdicken und verkürzen. Hiedurch aber wird das richtige Messen der Glieder nicht wenig erschwert. Doch auch abgesehen von all diesem, möchte nur eine kleine Reihe antiker Bildsäulen zu unserer Absicht geeignet seyn, nämlich nur solche, welche jugendlich mannbare und wohlgestaltete Idealcharaktere vorstellen, also nur Bildsäulen von Göttern und Heroen in diesem Alter. Athleten-Figuren hingegen, da die vorzüglichsten ikonisch — das heiſst: nach den Maaſsen des wirklichen Lebens — vorgestellt wurden, und andere Bildnisstatuen, so trefflich gearbeitet sie auch sonst seyn mögen, können zu diesem Zwecke nicht wohl dienen.

Indessen ist die Idee, antike Statuen zum Behuf des Studiums der Verhältnisse auszumessen, nicht neu. Gerard Audran, der geschickte französische Zeichner und Kupferstecher, lieſs es sich angelegen seyn, die Maaſse von mehrern Bildsäulen mit groſser Sorgfalt zu nehmen, die er dann im Jahr 1683 in Kupfer gestochen herausgab. Aber von der eigentlichen Einrichtung und dem Zwecke des alten Kanons scheint er nur einen oberflächlichen Begriff gehabt zu haben: deswegen er auch die Auswahl der auszumessenden Statuen nicht gehörig zu treffen wuſste.

Unter den ausgemessenen Statuen Audran's befinden sich theils ältere bärtige, theils jugendliche unter der Mannbarkeit, theils auch weibliche Charaktere. Aber diese stehen zu dem Kanon in einer zu entfernten Beziehung. Er glaubte, es sey hinreichend, eine Reihe anerkannt guter Statuen aufzustellen, nach denen — in Ermangelung anderer Muster — die Studirenden nach Belieben sich richten könnten. Eine solche Ansicht ist aber offenbar dem Geist des alten Kanons entgegen. Dieser erfordert die Darstellung des Mittelmaaſses in Einer Figur, welches von den schönsten und kräftigsten Jugendgestalten abgezogen seyn muſs. Von den Bildsäulen, die wir hiezu tauglich erachten, finden sich von Audran nur zwei ausgemessen: nämlich der Apollo, und der Merkur von Belvedere, letzterer früher unter dem Namen Antinous bekannt. Hiezu wünschten wir noch die Maaſse von dem Bacchus und dem Theseus (sonst der ruhende Mars genannt) in der Villa Ludovisi, von dem Mars (sonst Achilles genannt) in der Villa Borghese, von dem Meleager und dem Adonis in dem Museo Pio-Clementino, und von den Dioscuren auf Monte-

Cavallo, obwohl beide letztere Colossen optischer Rücksichten wegen von dem Normalmaafs sehr abweichen müssen, und daher zu unserem Zwecke nur mit Vorsicht zu gebrauchen wären.

Hätte man die Ausmessungen dieser Monumente beisammen, so würde man hievon das Mittelmaafs ausziehen, und darnach eine Figur von allen Seiten orthographisch aufreifsen, und noch eine bewegte Figur — etwa in der Stellung eines Doryphorus — nach denselben Maafsen darneben zeichnen.

Dies wäre die Art, wie wir glauben, dafs zugleich mit Berücksichtigung der von Vitruv angegebenen Verhältnisse die beste und vollkommenste Wiederherstellung des alten Kanons statt finden könnte. In der Entfernung von den Monumenten, in der wir leben, können wir nur zu einem solchen Unternehmen aufmuntern. Um aber andern einen desto lebhaftern Reiz für eine solche Arbeit zu geben, halten wir es nicht für unzweckmäfsig, nach den Kenntnissen und Mitteln, die uns jetzt zu Gebote stehen, einen gleichsam provisorischen Kanon aufzustellen, nicht sowohl als Muster, denn als Zweck, wornach andere sehen, und die einzelnen Maafse prüfen und bessern mögen.

Hiebei müssen wir aber noch einer Frage begegnen. Die Alten, sagt man, schöpften ihren Kanon aus der Natur: warum thun wir nicht dasselbe? —

Hierauf antworten wir: dafs die neueuropäischen Völker zwar den Alten in der Vollkommenheit der physischen Organisation wenig nachstehen möchten. Aber hierauf kommt es allein nicht an: die körperliche und geistige Anlage mufs auch gleichmäfsig entwickelt seyn. Klima, Nahrung und Kleidung, Erziehung und körperliche Uebungen, religiöse und bürgerliche Verfassung haben hierauf entschiedenen Einflufs. In all diesen Beziehungen war aber die alte Welt in einer weit günstigern Lage, als die neuere. Körperliche Schönheit, Gewandtheit, Adel und geistvoller Ausdruck mufsten also bei den Griechen viel häufiger vorkommen, als unter den Neueuropäern. Aber angenommen: wir könnten uns in jeder Beziehung des körperlichen Schönen den Alten gleichsetzen, so würde dies doch dem Künstler wenig helfen, da er keine Gelegenheit hat, solche Körper nackt zu sehen, vielweniger sie unter einander zu vergleichen und die schönsten davon auszumessen.

Ferner



Ferner kommen alle gebildeten Völker der neuern Welt darin überein, daſs ein Mann desto schöner von Körper sey, je mehr er sich in seinem Bau den Formen und Verhältnissen nähert, welche in den schönen Charakteren der alten Kunst erscheinen. Mit einem Wort: wir erkennen, wenn von körperlicher Schönheit die Rede ist, in den Idealen der Griechen auch die unsrigen. Wem es also gelingt, aus den schönsten jugendlichen Männerstatuen der Alten das Mittelmaaſs auszuziehen, der hat auch dasjenige dargestellt, was wir in der Natur für das Vollkommenste halten.

Hiernach lassen wir nun die Maaſse des Kanons folgen, wie wir ihn nach den dargebotenen Mitteln entworfen haben. Der Maaſsstab, den wir hiebei annehmen, ist, daſs wir die ganze Körperlänge in sechszig Theile oder Zolle eintheilen, und jeden Zoll wieder in zehn Linien, so daſs auch die Maaſse der kleinsten Theile genau bezeichnet werden können. Wir geben die Darstellung von drei Seiten: von Vorn, von der Seite, und von Hinten; und bezeichnen zuerst die Maaſse nach der Höhe, und dann die nach der Breite. Diesen drei orthographischen Aufrissen des Kanons fügen wir noch die freie bewegte Figur eines Doryphorus bei, die nach denselben Maaſsen entworfen ist, um sich einen beiläufigen Begriff von der Wirkung eines solchen Kanons zu machen. Doch wiederholen wir noch einmal, daſs wir bei dieser Aufstellung keinesweges die Anmaſsung haben, darin ein Muster zum Studium und zur Nachahmung vorzulegen. Der Kunstfreund übergiebt den Künstlern seine Arbeit bloſs als Ziel: damit sie darnach sehen, das Einzelne prüfen, bessern und vollenden. Gelingt es dem Freunde der Kunst, daſs auf dem vorgeschlagenen Wege eine für die gesammte Kunst so wichtige Lehre durch einen von Meistern geprüften Kanon fest begründet wird, so erachtet er sich für diese seine Mühe hinreichend belohnt.

Fig. I.

Höhenmaaſs des Kanons von Vorn.	Zoll.	Linien.
1. Von der Scheitel bis zur Stirne - - - - - - -	1	5
2. Von der Stirn bis zur Nase - - - - - - -	2	—
3. Die Nasenlänge - - - - - - - - -	2	—
4. Von der Nase bis unter das Kinn - - - - - -	2	—
5. Von dem Kinne bis zur Brust oder Halsgrube - -	2	5
6. Die Höhe der Brust, oder von der Halsgrube bis zur Brustgrube	6	—
7. Von der Brustgrube bis zum Nabel - - - - -	7	5
8. Von dem Nabel bis zur Spaltung - - - - -	6	5
9. Von der Spaltung bis in die Mitte des Kniees -	13	—
10. Von der Mitte des Kniees bis auf die Spanne -	14	5
11. Von der Spanne bis zur Sohle - - - - - -	2	5
Zusammen	60	—

Fig. II.

Höhenmaaſs des Kanons von der Seite.	Zoll.	Linien.
1. Von der Scheitel bis unter das Kinn - - -	7	5
2. Vom Kinne bis auf die Achseln - - - -	2	—
3. Von den Achseln bis in die Armgrube - - - -	3	7
4. Von der Armgrube bis auf die Hüfte - - - -	10	3
5. Von der Hüfte oder dem Anfange der Hinterbacken bis unter die Hinterbacken - - - - - - -	7	5
6. Vom Ende der Hinterbacken bis in die Mitte des Kniees	10	—
7. Von der Mitte des Kniees bis auf die Spanne - -	14	5
8. Von der Spanne bis zur Sohle - - - - - -	2	5
Zusammen	60	—

Fig. III.

Höhenmaass des Kanons von Hinten.	Zoll.	Linien.
1. Von der Scheitel bis auf das Genicke	7	5
2. Von dem Genicke bis zur Linie der Armgrube	5	7
3. Von der Armgrube bis auf den Hintern	12	3
4. Von da bis unter den Hintern	7	5
5. Von da bis in die Kniekehle	10	—
6. Von der Kniekehle bis auf die Ferse	14	5
7. Von der Ferse bis auf die Sohle	2	5
Zusammen	60	—

Fig. I.

Breitenmaass des Kanons von Vorn.	Zoll.	Linien.
1. Die dem Wirbel entsprechende Linie	4	6
2. Ueber die obere Stirn	5	6
3. Ueber die Augenbraunen	5	4
4. Unter der Nase	4	2
5. Der Hals unter dem Kinn	3	6
6. Achselbreite in der Linie der Halsgrube	13	8
7. Ueber die Brust und die Arme	15	6
8. Brustbreite zwischen den Armgruben	11	—
9. Breite zwischen den Brustwarzen	8	—
10. Unter der Brust	10	8
11. In den Weichen	9	—
12. In den Hüften	10	—
13. Der Bauch über der Scham	5	7
14. Ueber die Scham selbst	10	4
15. Schenkelbreite unter der Scham	5	1
16. In der Mitte des Kniees	3	5
17. Unter dem Knie	3	—
18. Ueber den Waden	3	8

		Zoll.	Linien.
19.	Unter den Waden	3	—
20.	Ueber den Knöcheln	1	8
21.	Ueber der Spanne	2	4
22.	Breite der Zehen	3	1
23.	Breite von Mitte der Halsgrube bis an die Spitze des Mittelfingers	30	—
24.	Vom Ellbogen bis an die Spitze des Mittelfingers	15	—
25.	Vom Handgelenke bis an die Spitze des Mittelfingers	6	—

Fig. II.

Breitenmaaſs des Kanons von der Seite.

		Zoll.	Linien.
1.	Wirbellinie	5	2
2.	Obere Stirnlinie	6	1
3.	Ueber die Augenbraunen	6	5
4.	Unter der Nase	6	—
5.	Der Hals unter dem Kinn	3	8
6.	Ueber die Brust in der Armgrube	8	5
7.	Unter der Brust	8	8
8.	In den Weichen	6	5
9.	Ueber den Hüften	7	6
10.	Ueber die Scham	7	9
11.	Schenkel unter dem Hintern	6	8
12.	In Mitte des Kniees	8	9
13.	In Mitte der Wade	4	—
14.	Ueber den Knöcheln	2	6
15.	Länge des Fuſses	10	—

Fig. III.

Das Breitenmaaſs des Kanons von Hinten

erhellet aus den Maaſsen der Vorderansicht. Neben diesen steht die bewegte Figur eines **Doryphorus Fig. IV.**

Nachschrift *).

An dem Tage der Feier, die wir heute begehen, ward mir auch im vorigen Jahre an diesem Orte zu reden erlaubt. Nach langer Zeit konnte der Freund des Vaterlandes zum erstenmale wieder die Segenswünsche für den erhabenen König mit jener Freude darbringen, die keine widrigen Erinnerungen an das Vergangene mehr verbitterten. Der grofse Kampf für Ehre und Unabhängigkeit war bestanden, und die schönste Hoffnung erfüllte uns, dafs die neue Einrichtung der Europäischen Staaten eine lange Dauer von friedlichen und glückbringenden Verhältnissen den Völkern herbeiführen sollte. Auch kam Preufsen in den Besitz neuer herrlicher Länder, und alles schien mit dem besten Erfolge die grofsen Angelegenheiten zu beenden — als plötzlich und nothgedrungen der allgemeine Ruf: zu den Waffen! — aufs neue durch Europa erscholl.

Derselbe Feind, der durch eine lange Reihe von Jahren unsägliches Unheil über die Menschheit brachte, stand wieder gerüstet und drohend da. — Aber die Völker lassen sich nur einmal täuschen: Stärke, Muth und Eintracht gehen dem Meineid, der Lüge und dem Trug entgegen, und der Feind wird hier und dort mit einer Schnellheit niedergestürzt, wovon die Geschichte kaum ein Beispiel aufzustellen weifs. Heil den Fürsten, Heil den Feldobersten, und Heil den Völkern, die solches in ihrem gerechten Zorn vollführten! — Und dreimal Heil unserm Könige, dem Wohlgesinnten und Tapfern, und dreimal Heil dem Anführer, der mit seinem eisernen Sinn den Feind bis zur Vertilgung verfolgte! — Jetzt belebt die Aussicht nach einem friedlichen Zustande die Völker aufs neue. Welch ein herrlicher Stoff für Glückwünsche und Segnungen an diesem feierlichen Tage für den besten Monarchen, in dem und durch den wir ein erneutes Leben beginnen!

*) Für die öffentliche Sitzung am Jahrestage Sr. Maj. des Königs.

Wir haben über das Lebensprinzip, über den Kanon in der Kunst, gesprochen: möge nun auch der wahre Lebenskanon für die friedlichen Verhältnisse des Europäischen Staatenvereines in dem neuen Rathe der Grofsen und Weisen gefunden werden!

Für eine Gesellschaft von Freunden der Wissenschaften gehört eine solche Erörterung nicht. Nur in so fern jene grofsen Verhandlungen das Wohl der Wissenschaften und der Künste betreffen, sey es ihre Wünsche auszusprechen erlaubt.

Die Werke der Kunst und der Wissenschaft, die mit frecher Hand ihren früheren Stellen entrissen wurden, seyen den Völkern zurückgegeben, damit sie vielfach sich dessen wieder erfreuen mögen, was der fromme, der Wissenschaft liebende und gebildete Sinn theurer Altvordern, theils durch eigene Kraftschöpfung, theils durch theuern Ankauf, aufstellte; — besonders erhalte auch Rom, diese fruchtbare Mutter der neuern Kunst, und Bergerin des Köstlichsten, was von den Trümmern des Alterthums auf uns kam, seine alten Schätze wieder. Denn nur da, nur in Rom, können diese Schätze für das Studium der Jugend, die aus allen nähern und entferntern Gegenden Europa's seit Jahrhunderten dort ihre höhere Ausbildung sucht, wahre Nahrung und Frucht bringen. In der Hauptstadt der Gallofranken, unter einem leichtfertigen und gemüthlosen Volke, müfsten diese herrlichen Schätze nur, als traurige Gefangene, der Eitelkeit und dem Uebermuthe fröhnen. Und käme es anders; was würde die künftige Geschichte sagen? — Man höre jetzt ihre warnende Stimme: Verblieben jene Schätze den Frevlern — als Blödsinnige, als Unwissende, als rohe Barbaren, welche für das Köstlichste der Menschheit keinen Sinn haben, würde sie uns schildern. — Der Himmel verhüte, dafs man nicht zum zweitenmal versäume, was einmal versäumt zu haben kaum denkbar — kaum verzeihlich ist.

Aber alte Schätze sollen nicht blofs zurückkehren: die Kunst mufs auch fortschreiten, so wie die Zeit; es mufs auch Neues geschaffen werden. Die Zeit hat Ungeheueres geboren; frisch und lebendig mufs das Andenken davon für Gemüth und Auge erhalten werden. Der Feind, der, wie dort Philipp unter den Griechen, seit Jahren die Künste der Entzweiung in unserm Vaterland übte, es verheerte, es stückweise sich aneignete, und nun ganz zu verschlingen wähnte, liegt gelähmt. Die Söhne des Landes,

die Blüthe der Jugend, sind zweimal mit dem Banner des Kreuzes ausgezogen in den heiligen Kampf, zweimal haben sie die Frevler aufs Haupt geschlagen, und zweimal sind sie in ihre Hauptstadt, diesen Sitz der Lüge und des Meineides, vorgedrungen. — So hat sich das Menschliche im Göttlichen, und das Göttliche im Menschlichen verklärt. Man halte fest an diesem Bunde — durch Errichtung von Denkmälern, die der Zeit und der That, die des Monarchen und seiner Feldobersten würdig sind. Ich habe schon im verflossenen Jahre an diesem Tage und an dieser Stelle meine Ansicht hierüber ausgesprochen. Das Preufsische Volk errichte aus seinen Mitteln die Ritterstatue des Königes, und umstelle sie mit den Statuen der Männer, welche im schweren Drange der Zeiten dem Fürsten mit Rath und mit der Stärke des Armes zur Seite waren. Der schönste Platz der Hauptstadt sey hiefür auserlesen.

Doch hiebei bleibe es nicht. Man gebe nicht blofs dem Kaiser, was des Kaisers ist; man gebe auch Gott, was Gottes ist. Sein Beistand hat unsere Anstrengungen gesegnet, und uns von Schmach und Unterdrückung gerettet. Ein würdiges Denkmal gehört dem Erlöser, dem Siegverleiher. Er hat sich grofs unter uns gemacht. Ihm werde die Ehre eines sichtbaren Denkmales, in welchem der religiöse Sinn der Völker sich sammle, und in Demuth des Herzens anbete. Eine Basilica, in der Form, wie die ersten Christen sie heiligten, werde ihm errichtet, und eine Bildsäule desselben erfülle die vordere halbrunde Ausbiegung des Heiligthums; ihre Stellung sey thronend, die Rechte zum Segen mild ausstreckend, und in jener Kolossalität, wie dort zu Olympia der Zeus der Alten von der Hand des Phidias. Was nackt an derselben zu sehen ist, sey von dem Gestein des weifsesten Marmors, und das Gewand, wenn nicht, wie dasjenige des Zeus, von Golde, doch von getriebenem und übergoldetem Erze. Ueber der Thronlehne seyen die drei himmlischen Grazien, Glaube, Hoffnung und Liebe, dargestellt. Anstatt der Füfse werde der Thron von vier Siegesgöttinnen, mit der Inschrift der vier Hauptsiege, gestützt, und an dem Schemel unter den Füfsen der Bildsäule werde in erhobener Arbeit der Vorgang gebildet, wie der Herr die Kindlein zu sich ruft und segnet. Vor dem Unterbau des Thrones sey der Opferaltar errichtet mit den Tabernakeln der drei christlichen Confessionen, woraus die Spenden des heiligen Mahles an die Gläubigen gereicht werden.

So verherrliche sich der Erlöser auch sichtbar unter uns! Ein Denkmal, das die ruhmwürdigsten, erfreulichsten und theuersten Erinnerungen an die Religion knüpfet, ist eben dadurch ein in den Augen der Nation für immer geheiligtes Eigenthum.

Wenn ich Grofses, ja vielleicht Gröfseres, als mancher zu hoffen waget, ausgesprochen habe, so entschuldige man den Freund der Kunst zu Gunsten des schönen Tages, den wir heute begehen.

Heil dem Könige! Heil dem Sieggekrönten! —

Ueber das *Jus Italicum.*

Vom Herrn von Savigny *).

Ich habe in einer frühern, der Akademie vorgelegten, Abhandlung Untersuchungen angestellt über die Entstehung und den Zusammenhang der drei Stände im römischen Staate, welche, von der späteren Zeit der Republik an, bis zur Regierung von Justinian, als Grundeintheilung aller Bewohner des römischen Gebiets betrachtet werden müssen: *Cives* nämlich, *Latini*, *Peregrini*. Ich werde jetzt einen nahe verwandten Gegenstand, das *jus Italicum*, behandeln, und hoffe dadurch auch die Resultate jener früher mitgetheilten Untersuchungen fester begründen zu können.

Das *jus Italicum* kommt überhaupt nur vor in folgenden Stellen:

1) *Plinii hist. nat. Lib.* 3. *Cap.* 3. und *Lib.* 3. *Cap.* 21, wo von mehreren Städten der *Hispania citerior* und in Illyrien bemerkt wird, dafs sie dieses Recht haben. In der ersten dieser Stellen heifst es *jus Italiae*, während es in der zweiten, so wie in allen folgenden, stets *jus Italicum* genannt wird.

2) Im Titel der Pandekten *de censibus* (*lib.* 50. *tit.* 15.), wo das *jus Italicum* vielen Städten zugeschrieben, einigen abgesprochen wird.

3) *Cod. Theod. XIV.* 13. *const. un.*, welche das *jus Italicum* der Stadt Constantinopel erneuert.

4) *Cod. Justin. XI.* 20. *const. un.* (interpolirt aus *Cod. Theod. XVI.* 2. *const.* 45.), worin Constantinopel aufser dem *jus Italicum* auch die Prärogativen des alten Rom erhält.

*) Vorgelesen den 20. Januar 1814.

Die Erklärung, welche Sigonius (*de Jure Italiae Lib. 1. C. 21.*) von diesem *jus Italicum* giebt, ist von den meisten Neueren angenommen worden. Nach ihm bezeichnet es nämlich einen eigenthümlichen Stand der Personen, welcher eine Mittelstufe zwischen Latinen und Peregrinen gebildet hätte, so daſs überhaupt diese vier Stände angenommen werden müssen: 1) *Cives,* 2) *Latini,* 3) *qui juris Italici sunt,* 4) *Peregrini.* Nach dieser Ansicht hätte das *jus Italicum,* ganz wie die Civität oder Latinität, sowohl Individuen als Städten gegeben werden können, und diese letzte Art der Ertheilung hätte den Sinn gehabt, daſs alle Bürger einer solchen Stadt zugleich und in Masse jenes Recht erworben hätten.

Diese Erklärung halte ich aber für durchaus falsch aus folgenden Gründen:

1) In allen oben angeführten Stellen kommt dieses Recht nur bei Städten vor, nie bei Individuen, anstatt daſs die Latinität gerade in den Rechtsquellen viel häufiger bei Individuen als bei Städten erwähnt wird.

2) Ulpian, der in den Pandekten viel von *jus Italicum* spricht, setzt in den Fragmenten auf das Bestimmteste voraus, daſs es nur drei Stände (*Cives, Latini, Peregrini*) gebe; ja selbst wenn man auf eine höchst unwahrscheinliche Weise annehmen wollte, jener vierte Stand sey in den Fragmenten von ihm vergessen worden, so würde doch in seinem ganzen sehr genauen System der drei Stände durchaus keine leere Stelle für einen vierten übrig bleiben; das heiſst: man würde vergeblich nach solchen eigenthümlichen Rechten suchen, wodurch das *jus Italicum* sowohl von der Latinität als von dem Zustande der Peregrinen verschieden gewesen wäre. Diese Schwierigkeit, dem *jus Italicum* einen eigenthümlichen Gehalt zu verschaffen, hat Sigonius sehr wohl gefühlt, aber nicht gehoben.

3) Ein solches *jus Italicum,* als Zustand einer Klasse von Personen gedacht, hätte in keinem Fall neben der Civität oder Latinität derselben Person oder Stadt, welcher es zukam, bestehen können, indem es stets von jenen höhern Rechten absorbirt werden muſste: gerade so wie es ganz undenkbar ist, daſs ein *Civis* zu gleicher Zeit hätte *Latinus* oder *Peregrinus,* oder ein *Latinus* hätte *Peregrinus* seyn sollen.

Allein in der That ist das *jus Italicum* sehr oft mit Civität oder Latinität verbunden gewesen.

Plinius (*hist. nat. lib.* 3. *Cap.* 3.), der am Ende des Capitels erzählt, dass ganz Spanien durch Vespasian die Latinität erhalten habe, bemerkt dennoch von zwei spanischen Städten als eine Eigenheit, dass sie das *jus Italiae* hätten. Zwar bemerkt er auch bei vielen einzelnen Städten die ihnen besonders ertheilte Latinität, aber er nennt sie ausdrücklich *Latini veteres*, vergisst also nicht, durch diesen Ausdruck bemerklich zu machen, dass ihre Latinität bloss historisch, und nicht für die gegenwärtige Verfassung einen Unterschied zwischen ihnen und den übrigen Städten begründe.

Noch mehr: dieses Recht kommt noch lange nach Caracalla als Recht vieler Städte vor, obgleich Caracalla allen Städten des Reichs die Civität gegeben hatte.

Zu Justinian's Zeit endlich gab es seit Jahrhunderten keine Latinische Städte mehr, nur noch unter den Freigelassenen hatte sich eine Art von Latinität erhalten, und auch diese hob Justinian auf (*Cod. lib.* 7. *Cap.* 6.), um die Stände möglichst auszugleichen. Dennoch finden sich in seinen Rechtsbüchern Bestimmungen über das *jus Italicum* sehr vieler Städte. Es konnte demnach dieses Recht als eigenthümliches Recht solcher Städte bestehen, von welchen ausserdem gewiss ist, dass sie die Civität hatten. Noch mehrere Fälle einer solchen Verbindung werden weiter unten namhaft gemacht werden.

Zwei Gründe waren es vorzüglich, welche die hier widerlegte Meinung theils veranlassten, theils erhielten und bestärkten:

1) Die täuschende Analogie des Namens. Bei *Civis Romanus* denkt man zunächst an den Bewohner der Stadt, bei *Latinus* an den Einwohner von Latium; dennoch waren beide Ausdrücke nachher für persönliche Zustände gebraucht worden, unabhängig von jener örtlichen Beziehung. Wie natürlich war es, da man ein *jus Italicum* vorfand, dessen Begriff auf demselben Wege wie jene Begriffe zu suchen? Es ist ganz offenbar, dass Sigonius lediglich durch diese Namenähnlichkeit getäuscht worden ist.

2) Eine Stelle des Asconius zu der Rede *in Pisonem*:

„Duo porro genera earum coloniarum, quae a populo Romano deductae sunt, fuerunt. Erant enim aliae quibus jus Italiae dabatur, aliae item quae Latinorum essent."

Diese Stelle scheint die hier widerlegte Ansicht geradezu zu bestätigen, indem das *jus Italiae* und die Latinität als Arten derselben Gattung behandelt werden. Allein zuvörderst ist es ganz unbegreiflich, wie Asconius, wenn er diese Ansicht hatte, nur zwei Klassen von Colonien annehmen konnte. Er mufste dann vielmehr nothwendig drei Klassen zählen, da es völlig unmöglich war, die erste und wichtigste Art, die *colonias civium Romanorum* zu übersehen. Wird schon aus diesem Grunde die Stelle sehr verdächtig, so zeigt es sich bei genauerer Prüfung, dafs sie gerade in der Hauptsache unächt ist. Nämlich zwei Pariser Handschriften (N. 7832. 7833.), Eine Handschrift der Wiener Bibliothek (*ms. philolog.* 151.), und Eine Gothaische lesen einstimmig so:

„*Duo . . fuerunt itaque aliae latinorum essent.*"

so dafs von *jus Italiae* keine Spur, aber die Lücke im Text unverkennbar ist. Dieselbe Leseart haben ältere Ausgaben, namentlich eine Folioausgabe von 1477, eine Oktavausgabe von Aldus von 1522, und eine *apud Aldi filios Venet.* 1547. Die erste Ausgabe, worin sich die falsche Leseart findet, ist die des Hotomanus, *Lugd. ap. Jo. Tornaesium et Gul. Gazeium* 1551. *in* 8. *p.* 121. Nach der Vorrede dieser Ausgabe könnte man glauben, sie sey ausschliefsend auf eine alte Handschrift gegründet, ohne alle Conjekturen; allein glücklicherweise sagt ausdrücklich eine Note zu unsrer Stelle (p. 170.): „*Jus Italiae dabatur.*] *Deerant haec in manuscripto.*" Nimmt man diese Note ganz buchstäblich, so fehlten in des Hotomanus Handschrift lediglich die angeführten drei Worte, alles übrige war vorhanden, und die Handschrift las dann vollständig so: „*Erant enim aliae quibus aliae item quae Latinorum essent.*" So scheint es Augustinus verstanden zu haben, der in einem italienischen Briefe an Panvinius vom J. 1558 die Restitution des Hotomanus verwirft, und dafür setzt: „*Erant enim aliae quibus jus civitatis dabatur, aliae item quae Latinorum essent* *)." Allein ich glaube, dafs man mit der hier vorausgesetzten Genauigkeit dem Hoto-

*) *Antonii Augustini epist. ed. Andres. Parmae* 1804. *in* 8. *p.* 336. Ohne Zweifel hatte Panvinius bei Gelegenheit des Werks *de republica Rom.*, welches er eben damals schrieb, seinen Freund über die Stelle des Asconius befragt. Auch hat er diese Stelle in der That ganz nach dem Vorschlag des Augustinus benutzt. *Panvinii respublica Romana p.* 604. *ed. Venet.* 1558. *in* 8. „*Quarum colonarum duo genera erant ut tradit Asconius, quaedam civium Romanorum, et quaedam Latinae.*" Sigonius scheint die Stelle des Asconius gar nicht anzuführen, wenigstens findet sie sich in seinem Werk weder bei den Colonien, noch da, wo er das *jus Italicum* abhandelt.

manus zu viel Ehre anthut; bei der gänzlichen Uebereinstimmung aller übrigen handschriftlichen und gedruckten Texte ist es vielmehr höchst wahrscheinlich, daſs die Handschrift des Hotomanus gerade so las wie die übrigen, und daſs er bloſs versäumt hat genau zu bemerken, wie viel man ihm als Ergänzung zu verdanken hat. Nimmt man dieses an, so ist wohl die einfachste und wahrscheinlichste Ergänzung des Textes diese: *Duo porro genera earum coloniarum, quae a populo Romano deductae sunt, fuerunt, ita ut aliae civium Romanorum, aliae Latinorum essent.* Dann ist bloſs aus *ita ut* in den Abschriften *itaque* geworden, und die drei Worte: *aliae civium Romanorum* sind ausgefallen, wozu das zweimal vorkommende *aliae* die allernatürlichste Veranlassung gab. Auſser Augustinus aber weiſs ich niemand, der an der Richtigkeit des Hotomanischen Textes gezweifelt hätte; Cujacius setzt ihn in einer Schrift von 1570 (*Observ. lib.* 10. *C.* 35.) als gewiſs voraus, und in allen neueren Ausgaben, namentlich in der Grävischen und der Neapolitanischen Ausgabe von Cicero's Reden, hat man ihn stillschweigend aufgenommen, als ob nichts dabei zu bedenken wäre. Merkwürdig ist es, daſs die falsche und sehr oberflächliche Ergänzung dieser Stelle gerade von Hotomanus herrührt, der auch sonst so viele und schwere Irrthümer auf der Gränze der Philologie und der Jurisprudenz zu verantworten hat.

Nachdem ich die herrschende falsche Meinung widerlegt habe, gehe ich zur Darstellung und Begründung einer anderen Erklärung über.

In allen angeführten Stellen wird das *jus Italicum* Städten, und zwar Provinzialstädten, beigelegt. Schon dem Worte nach muſs es also diesen Städten Rechte ertheilt haben, welche allen italischen Städten gemein, in der Regel aber den Provinzialstädten fremd waren. Zugleich folgt aber aus den bisher dargestellten Gründen, daſs diese Rechte einen andern Gegenstand, als den persönlichen Zustand der Bürger, gehabt haben müssen.

Dieses nun läſst sich, wie ich glaube, von folgenden drei Rechten behaupten, welche demnach als gemeinsamer Inhalt des *jus Italicum* betrachtet werden müssen:

1) Recht freier Verfassung.
2) Freiheit des Bodens von Grundzins.
3) Fähigkeit des Bodens, im römischen (quiritarischen) Eigenthum zu seyn (*Commercium*).

Allein diese drei Stücke enthält das *jus Italicum* auf eine etwas verschiedene Weise. Nämlich nur das dritte (das *Commercium*) ist ihm ausschliessend eigen, die zwei ersten finden sich auch bei manchen Städten anderer Art, und sie sind nur in so fern in dem *jus Italicum* enthalten, als eine Stadt, welche sie bisher nicht hatte, und nun das *jus Italicum* erhält, dadurch zugleich alle jene Rechte empfängt. Nur auf diese Weise scheinen alle Schwierigkeiten gelöst werden zu können.

1. Recht freier Verfassung.

Es muſs nämlich in der Verfassung dieser Städte irgend etwas gewesen seyn, was ihnen den Schein gröſserer Unabhängigkeit im Verhältniſs zu andern Provinzialstädten gab: denn freilich mehr als Schein städtischer Freiheit kann hier nicht angenommen werden, so daſs aller Reiz, welchen das *jus Italicum* von dieser Seite gehabt haben mag, lediglich zu der allgemeinen Rang- und Titelsucht der Städte des Kaiserreichs gehört. Diesen Schein von Selbstständigkeit also, gleich italischen Städten, und insbesondere die in Italien allgemein üblichen Magistraturen, haben die Städte, von welchen wir reden, voraus gehabt, zwar nicht vor den *liberae civitates*, welchen sie dadurch wohl im Wesentlichen nur gleich kamen, wohl aber vor allen übrigen Städten der Provinz, selbst vor allen Colonien und Municipien derselben. Nur in so fern also war dieser Vorzug dem *jus Italicum* eigen, daſs eine Provinzialstadt, die ihn noch nicht hatte, ihn durch das *jus Italicum* unfehlbar erhielt.

Der Hauptbeweis dieser ersten Bedeutung unseres Rechts liegt in dem Zusammentreffen vieler Münzen mit zwei Stellen des Servius. Auf den Münzen vieler Städte findet sich nämlich ein stehender Silen mit erhobener Hand. Die meisten dieser Städte haben erweislich das *jus Italicum* gehabt, und auch die übrigen sind wenigstens solche, von welchen sich das Gegentheil nicht darthun läſst. Eine innere Beziehung dieses Sinnbildes auf das *jus Italicum* ist daher unverkennbar. *Eckhel doctr. num. vet. P.* 1. *Vol.* 4. *p.* 493—496.

Nun erklärt aber Servius zum Virgil gerade dieses Bild als ein charakteristisches Zeichen freier städtischer Verfassung.

Servius ad Virgil. Aen. IV. 58. *ed. Paris.* 1600. *f. p.* 316.

„*Patrique Lyaeo: qui ut supra diximus apte urbibus libertatis est „deus, unde etiam Marsyas minister ejus per civitates in foro posi-*

„jus libertatis indicium est: qui erecta manu testatur nihil urbi „deesse.“

In älteren Ausgaben, zum Beispiel *Paris.* 1507. *f.*, findet sich die Stelle unvollständiger, insbesondere ohne den Schluſs, und mit dieser älteren Leseart stimmt genau überein das Citat der Stelle bei *Macrob. Saturn. L.* 3. *C.* 12.

Servius ad Virg. Aen. III. 20. ib. p. 263.

„Quod autem de Libero diximus, haec causa est: ut signum sit liberae „civitatis. Nam apud majores aut stipendiariae erant, aut foederatae, „aut liberae. Sed in liberis civitatibus simulacrum Marsyae erat qui „in tutela Liberi Patris est.“

Daſs hier Marsyas genannt ist, nicht Silen, macht keine Schwierigkeit, indem diese mythologische Personen ursprünglich identisch sind, wie dieses gerade für unsern Fall Eckhel a. a. O. nachgewiesen hat.

Allein Eckhel, der ohne weitere Untersuchung, und bloſs fremden Führern folgend, voraussetzt, das *jus Italicum* könne keine andere Bedeutung gehabt haben, als Steuerfreiheit, nennt deshalb die Erklärung des Servius unrichtig. Dazu sind wir aber um so weniger befugt, da zwei Stellen der Pandekten in demselben Sinn reden. Die erste ist von Ulpian:

L. 1. *§.* 2. *D. de censibus:*

„Est et Heliopolitana, quae a Divo Severo per belli civilis occasionem „Italicae coloniae rempublicam accepit.“

Hier ist die Beziehung des *jus Italicum* auf Verfassung unverkennbar.

Die zweite von Paulus:

L. 8. *§.* 3. *D. de censibus,*

wo von zwei Städten gesagt wird:

„juris Italici sunt et solum earum.“

Es muſs also das *jus Italicum* noch etwas enthalten haben, was nicht unmittelbar den Boden betraf.

2. Freiheit von Grundzins.

Hieraus allein erklärt es sich, daſs noch im Justinianischen Recht von *jus Italicum* die Rede seyn konnte, während die freie Städteverfassung, selbst bis auf den Schein, womit man sich früher trösten mochte, längst verschwunden war, und auch das *commercium* im alten Sinn gar nicht mehr existirte. Immunität also war jetzt noch die einzige Bedeutung von *jus Italicum* geblieben, worüber auch schon der Umstand keinen Zweifel läſst,

dass in den Pandekten das *jus Italicum* im Titel *de censibus* abgehandelt wird. Diese Immunität war aber auch schon von jeher darin enthalten, denn auch Ulpian und Paulus handeln in ihren Büchern *de censibus* von unserm Recht. Daſs aber sowohl bei Plinius, als in den Pandekten, *coloniae immunes* und *juris Italici* unterschieden werden, paſst vollkommen zu unserer Ansicht, nach welcher die Immunität ursprünglich nur Eines von drei Stücken war, deren Vereinigung das *jus Italicum* ausmachte.

Auch die *liberae civitates* hatten diese Immunität, so daſs auch dieses Recht, ganz wie das vorige, nicht als ausschlieſsender Charakter des *jus Italicum* gelten kann.

3. Commercium des Bodens,

das heiſst: die ausschlieſsende Fähigkeit dieses Bodens, im quiritarischen Eigenthum zu seyn, womit verbunden ist die ausschlieſsende Fähigkeit zur Usucapion, *in jure cessio*, Mancipation und Vindication, indem alle diese Formen und Rechte nur in Beziehung auf quiritarisches Eigenthum vorkommen konnten. Nämlich alle Arten beweglicher Sachen konnten ohne Unterschied in quiritarisches Eigenthum kommen, von Grundstücken aber konnten es nur die, welche in Italien lagen, die in den Provinzen in der Regel nicht. Aber eben von dieser Regel galt nun eine Ausnahme für das Gebiet derjenigen Städte, welche das *jus Italicum* erhalten hatten. Und dieser Charakter unsers Rechts ist, wie schon oben bemerkt worden, ganz ausschlieſsend: diesen Vorzug theilten solche Städte mit keinen andern in der Provinz, selbst nicht mit den *liberae civitates*. Zwar war in anderer Rücksicht das Recht des Bodens in den fremden Provinzen sehr verschieden. Wo das strenge Recht der Eroberung entschieden hatte, gehörte das Grundeigenthum dem römischen Volke, und daſs dabei kein Privateigenthum irgend einer Art bestehen konnte, verstand sich von selbst. Allein auſser diesem Fall gab es auch in den Provinzen wahres Privateigenthum: nur quiritarisches Eigenthum, das heiſst, Eigenthum nach römischer Ansicht und mit römischen Formen und Wirkungen versehen, konnte es auch da nicht seyn. In dieser Unfähigkeit zum quiritarischen Eigenthum kamen demnach alle Grundstücke in den Provinzen mit einander überein, von den *liberae civitates* bis zu dem *ager publicus* herab, und überall konnte diese Unfähigkeit nur durch besondere Ertheilung des *jus Italicum* gehoben werden.

Dieser



Dieser Haupttheil des *jus Italicum* ist nunmehr zu erweisen, was aber nur in einzelnen Anwendungen geschehen kann, indem der Grundsatz selbst in dieser Allgemeinheit nirgends ausgesprochen ist.

A) Der *fundus Italicus* ist *res mancipi*, der *fundus provincialis* nicht.

Ulpian. tit. 19. §. 1.

Cicero pro Flacco. C. 32.

Simplicius bei *Goesius p.* 76.

Nun ist zwar unter den beweglichen Sachen eine *res nec mancipi*, wie z. B. baares Geld, des quiritarischen Eigenthums eben so fähig, als eine *res mancipi*, wie z. B. ein Sklave; und beide unterscheiden sich nur durch die verschiedene Art, wie das Eigenthum bei ihnen übertragen werden kann. Deshalb scheint es, auch bei Grundstücken dürfe nicht von der Qualität einer *res nec mancipi* auf die gänzliche Unfähigkeit zum quiritarischen Eigenthum geschlossen werden. Allein bei beweglichen Sachen hängt eben dieser Unterschied genau zusammen mit der verschiedenen Art und Bestimmung der Sachen. Gewisse Arten von Sachen sind ohne Ausnahme *res mancipi*, und zwar sind dieses gerade solche Sachen, welche in unmittelbarer Beziehung auf Ackerbau stehen: Sklaven, Pferde, Rindvieh, Maulesel, Esel. Alle übrige sind *res nec mancipi*. Wie ist es nun zu erklären, daſs Grundstücke zuweilen *mancipi*, zuweilen *nec mancipi* sind, obgleich hier Art und Bestimmung der Sache stets dieselbe, und zwar stets eine solche ist, wodurch die Sache eigentlich immer (wegen der unmittelbaren Beziehung auf Ackerbau) zu einer *res mancipi* werden müſste? Der Umstand also, daſs die Provinzialgrundstücke *nec mancipi* sind, scheint aller Analogie zu widerstreiten. Er erklärt sich aber ganz ungezwungen aus unserer Voraussetzung.

Sind nämlich Provinzialgrundstücke ganz unfähig, im quiritarischen Eigenthum zu seyn, so kann aus diesem Grunde eine Mancipation derselben gar nicht gedacht werden, und sie sind folglich *nec mancipi* aus einem ganz andern Grunde, als z. B baares Geld: dieses ist *nec mancipi*, weil es anders und leichter als durch Mancipation in quiritarisches Eigenthum kommen kann, jene, weil sie gar nicht in dasselbe kommen können, also unter andern auch nicht durch Mancipation.

B) Die Usucapion, das heißt der Erwerb des quiritarischen Eigenthums durch bloßen Besitz von Einem Jahre oder Zwei Jahren, galt bei beweglichen Sachen ohne Unterschied, bei Grundstücken aber nur dann, wenn sie italische Grundstücke waren, das heißt, entweder in Italien lagen, oder das *jus Italicum* erhalten hatten.

pr. J. de usucapionibus.

L. un. C. de usucap. transformanda (VII. 31).

Dieser Unterschied dauerte fort bis auf Justinians Regierung, so daß im Anfang derselben fast alle Usucapion der Grundstücke verschwunden war, indem das ganze Reich nur noch aus Provinzen bestand; Justinian hat ihn endlich aufgehoben. Es erklärt sich wiederum dieser Unterschied nur dadurch, daß man annimmt, in Provinzen war überhaupt kein quiritarisches Eigenthum am Boden zu erwerben möglich, also auch unter andern nicht auf dem Wege der Usucapion.

C) Die *Lex Julia de fundo dotali* stellte den Grundsatz auf, der *fundus dotalis Italicus* solle nicht veräußert werden können.

pr. J. quibus alienare licet.

L. un. §. 15. C. de rei uxoriae actione.

Nämlich nach altem Recht war der Ehemann unbeschränkter Herr der *dos*, konnte also durch Verschwendung derselben den künftigen Unterhalt der Frau und Kinder in große Gefahr setzen. Diese Gefahr sollte durch jene neuverordnete Unveräußerlichkeit vermindert werden. Daß nun das Gesetz nur Grundstücke, und nicht auch bewegliche Sachen betraf, erklärt sich durch die größere Wichtigkeit und die bleibendere Dauer des Gegenstandes. Allein die Unterscheidung der italischen und Provinzialgrundstücke leuchtet nicht aus einem ähnlichen Grunde ein, und läßt sich lediglich aus der verschiedenen juristischen Beschaffenheit ableiten. Nämlich das Gesetz betraf überhaupt *alienationes*. Dieser Ausdruck war aber, wie man aus der klassischen Zeit, in welche die *Lex* fällt, schließen darf, streng zu nehmen, das heißt, er war so zu nehmen, wie Cicero in der Topik §. 5. die *abalienatio* erklärt.

Cicero beschränkt nämlich den Ausdruk auf die Uebertragung des quiritarischen Eigenthums mit Ausschließung aller andern Rechte, worauf er an sich wohl auch passen könnte. Betraf nun die *Lex*

Julia blofs quiritarisches Eigenthum, das heifst, ging sie nur darauf aus, der *dos* die mit diesem Recht versehenen Grundstücke sicher zu erhalten; so konnte sie deshalb nicht von Provinzialboden sprechen, weil an diesem nach unserer Voraussetzung quiritarisches Eigenthum unmöglich war.

D) Endlich gehörte hierher ohne Zweifel auch die *exceptio annalis Italici contractus.*

L. 1. *C. de annali except.* (*VII.* 40.)

L. un. C. de usuc. transform. (*VII.* 31.)

Da wir aber von derselben fast nichts anderes wissen, als dafs sie auf Italien eingeschränkt war, und dafs Justinian sie aufgehoben hat, so läfst sich aus ihr kein neuer Grund für unsere Ansicht bereiten. Justinian hat alle diese juristischen Eigenheiten italischer Grundstücke aufgehoben, und zwar um dieselbe Zeit, wo er den Unterschied des quiritarischen und bonitarischen Eigenthums aufhob. Auch dieser Umstand dient zur Bestätigung unserer Ansicht, nach welcher diese Neuerungen nicht blofs der Zeit nach, sondern durch inneren und nothwendigen Zusammenhang verbunden sind.

Dieser Erklärung ist unter allen Schriftstellern am nächsten gekommen Trekell (*selectae antiquitates Cap.* 4. §. 48. 49.). Aber auch er ist nicht frei von Nachgiebigkeit gegen herrschende Irrthümer, indem er aufser dem *jus Italicum locorum* noch ein besonderes *jus Italicum personarum* annimmt, obgleich zu dieser Annahme durchaus kein Grund vorhanden ist.

Zum Schlufs mögen einige Bemerkungen folgen über das Verhältnifs, in welchem das *jus Italicum* theils zu den sonst bekannten Klassen der Städte, theils zu den bekannten drei Ständen des römischen Reichs gedacht werden mufs: Untersuchungen, welche bisher ganz vernachlässiget worden sind.

Was zuerst das Verhältnifs zu den übrigen Klassen der Städte (nämlich Municipien, Colonien etc.) betrifft, so wird überall stillschweigend und ohne allen Beweis angenommen, das *jus Italicum* sey nur bei Colonien vorgekommen. Allerdings wird nun in den Pandekten und Plinius bei vielen Städten unsers Rechts ausdrücklich bemerkt, dafs es Colonien gewesen, und dieser Umstand hat eben jene Meinung veranlafst. Ein Beweis dieser

Meinung aber liegt darin keineswegas, vielmehr wird diese aus folgenden Gründen verworfen werden müssen.

Utica nämlich hatte nach Paulus das *jus Italicum* durch Severus und Caracalla erhalten.

L. 8. §. 11. *D. de censibus.*

Aber Utica war *municipium*, nicht nur nach mehreren Münzen:

Eckhel doctr. num. Vol. 4. *p.* 147.

sondern auch nach einer Stelle des Plinius:

Plinii hist. nat. L. 5. *C.* 3.

„*Utica civium Romanorum, Catonis morte nobilis.*"

Da indessen jene Münzen aus der Zeit des Tiberius sind, so ist freilich kein neueres Zeugniſs für die Municipalität der Stadt vorhanden, als das des Plinius.

Gellius *XVI.* 23. erwähnt eine Rede Hadrian's, worin dieser seine Verwunderung ausdrückt, daſs manche alte Municipien, und unter diesen Utica, in Colonien verwandelt zu werden wünschen könnten. Es wird nicht hinzugefügt, ob die Uticenser ihren Wunsch damals erreicht haben: aber sehr zweifelhaft wird dadurch ihre fernere Municipalität allerdings.

Weit entscheidender ist das Beispiel von Stobi in Macedonien. Diese Stadt war *municipium*, wiederum nach einer Stelle des Plinius (*hist. nat. Lib.* 4. *C.* 10.), und nach Münzen, die aber diesesmal bis auf die Zeit des Elagabalus herunter gehen.

Eckhel doctr. num. vet. P. 1. *Vol.* 2. *p.* 77.

Und auch diese Stadt hatte nach Paulus das *jus Italicum.*

L. 8. §. 8. *D. de censibus.*

Wäre nun die Schrift des Paulus, zu welcher die angeführte Stelle gehört, etwa aus der Zeit von Caracalla, so wäre der Beweis vollständig geführt, daſs die Stadt Stobi noch zu der Zeit *municipium* hieſs, als sie das *jus Italicum* erhielt. Allein jene Schrift (*de censibus*) ist selbst unter Elagabalus geschrieben.

(vergl. Guil. Grotii *vita J. Pauli* bei Schulting *pag.* 207. 208. *ibique Schulting.*)

Paulus nennt nämlich in derselben Stelle zweimal die *Divi Severus et Antoninus*, einmal den *Divus Antoninus* und unmittelbar nachher den *Im-*

perator noster Antoninus: so vieldeutig nun der Name *Antoninus* außerdem ist, so kann doch in diesem Zusammenhang unter *Divus Antoninus* nur Caracalla und unter dem jetzt regierenden (*Imperator noster*) *Antoninus* nur Elagabalus verstanden werden, dessen eigentlicher und officieller Name dieses bekanntlich war. Es bleibt also immer noch die Möglichkeit übrig, daſs Elagabalus nach der Zeit, aus welcher die letzten Municipalmünzen von Stobi herrührten, diese Stadt zur Colonie gemacht und dann weiter mit dem *jus Italicum* beschenkt hätte. Allein höchst unwahrscheinlich ist dieses dennoch, theils bei der kurzen Regierung des Elagabalus, theils deswegen, weil Paulus in dieser Stelle bei den noch frischen Concessionen des *jus Italicum* die verleihenden Kaiser zu nennen pflegt, so daſs bei denen, deren Urheber er nicht namhaft macht, eine ältere Zeit der Verleihung angenommen werden muſs.

Was zuletzt das Verhältniſs von *jus Italicum* zu dem persönlichen Stande der Bürger betrifft, so beruht dessen Feststellung auf zwei Fragen:

1) Läſst sich von dem Stande der Bürger einer Stadt auf das *jus Italicum* dieser Stadt schlieſsen?
2) Und umgekehrt: läſst sich von dem *jus Italicum* der Stadt auf den Stand ihrer Bürger schlieſsen?

Die erste Frage glaube ich verneinen zu müssen. Nämlich nicht nur latinische Städte, sondern selbst Städte mit Civität, konnten ohne *jus Italicum* seyn, da Plinius bloſs bei zwei Städten der *Hispania citerior* das *jus Italicum* als etwas besonderes erwähnt, obgleich er die Civität von 13 Städten derselben Provinz, die Latinität aber von ganz Spanien anführt. Eben so konnte nicht bei Stobi, einem *municipium*, das *jus Italicum* als etwas besonderes genannt werden, wenn es ohnehin für alle Municipien gegolten hätte. Ein *municipium* aber ohne *jus Italicum* hat so wenig etwas Widersprechendes, als der Zustand eines einzelnen römischen Bürgers, der sich in einer Provinzialstadt ansiedelte. Auch ein solcher hatte persönlich das vollständige *commercium*, während Grund und Boden seines Wohnorts für ihn, wie für jeden Andern, des quiritarischen Eigenthums unempfänglich war.

Die zweite Frage endlich betraf den Schluſs von *jus Italicum* auf den persönlichen Stand der Bürger.

Seinem Begriff nach ist dieses Recht mit jedem der drei Stände vereinbar, so dafs selbst eine Stadt von Peregrinen dasselbe hätte erhalten können. Dennoch ist es nicht glaublich, dafs dieses jemals geschehen wäre. Denn ein Geschenk dieser Art war gewifs auf den eigenen Vortheil der Bürger einer solchen Stadt berechnet. Welchen Vortheil aber brachte diesen Bürgern das *commercium* an ihrem Boden, wenn sie selbst Peregrinen, also aus persönlichen Gründen ganz ohne *commercium* waren? Demnach mufs man annehmen, dafs das *jus Italicum* niemals an eine Stadt von Peregrinen gegeben wurde, sondern dafs man dieses Recht nur an solche Städte gab, welche schon vorher Civität oder Latinität hatten.

Ueber

die Unzialeintheilung der römischen Fundi.

Vom Herrn von Savigny *).

Seitdem durch die tiefgehende Untersuchung unsers Niebuhr (Röm. Gesch. II. 349.) die Grundsätze des agrarischen Rechts der Römer festgestellt worden sind, ist es möglich und zugleich sehr anziehend geworden, das, was sich in wirklicher Anwendung von diesen Grundsätzen und von verwandten Gegenständen bis in spätere Zeiten erhalten hat, aufzusuchen und im einzelnen zu erläutern. Ich will hier eine solche Zusammenstellung für einige Fragen dieser Art aus Urkunden versuchen. Diese Urkunden, die in zwei höchst wichtigen Sammlungen, von Marini (*papiri diplomatici*) und Fantuzzi (*monumenti Ravennati*), enthalten sind, reichen vom 6ten bis zum 12ten Jahrhundert, und sind fast alle in Ravenna oder dem Exarchat abgefasst, einige wenige in Rom. Die Erklärung ihres alterthümlichen Inhalts hat eine oft unübersteigliche Schwierigkeit; unter den Händen der unwissenden Tabellionen nämlich haben sich alte Formeln, deren Sinn gänzlich verloren war, bald rein, bald aufs lächerlichste verstümmelt, viele Jahrhunderte lang erhalten, so dass man bei jedem Schritt in Gefahr geräth, nicht sowohl eine Thatsache, als den Unsinn eines Notars zu erklären, also durch die Voraussetzung eines verständigen Zusammenhangs, die bei jeder Thatsache recht und nothwendig ist, aufs gröblichste zu irren. Bei diesen Umständen wird es für verzeihlich gehalten werden müssen, wenn die Unter-

*) Vorgelesen den 9ten Febr. 1818.

suchung häufig sich damit begnügen muſs, das gefundene zusammen zu stellen, ohne ein reines, sicheres Resultat zu gewinnen.

Der erste Gegenstand meiner Untersuchung ist die eigentliche Bedeutung der Unzialeintheilung von Grundstücken. Nämlich nichts ist gewöhnlicher, als daſs ein Verkauf, eine Schenkung u. s. w. auf ein solches Stück Land gerichtet wird, dessen Gröſse durch sein Unzialverhältniſs zu einem ganzen, mit einem eigenen Namen versehenen, Fundus bestimmt ist. Diese Art der Bestimmung übrigens findet sich nicht bloſs in ganzen Unzen, sondern auch in Theilen von Unzen, gewöhnlich in Scripuln, wovon jedes den 24sten Theil einer Unze beträgt, also in 228theilen des Ganzen. So kommen vor $\frac{249}{288}$ (*Fantuzzi I.* 160.), $\frac{126}{288}$ (*II.* 381.), $\frac{405}{288}$ (*I.* 17.), $\frac{56}{288}$ (*I.* 34.), $\frac{52}{288}$ (*I.* 64.), $\frac{27}{288}$ (*I.* 129.), $\frac{8}{288}$ (*I.* 92.), dann auch einmal „*simul et duas unc et punctos sex et scripul quattuor*“ (*Fant. I.* 65.) *). Diese Bezeichnung ganzer benannter Fundi und dieser Handel nach Unzen findet sich in Rom noch 1037 (*Marini N.* 48. *p.* 81. 82.), in Ravenna sogar noch 1191 und 1193 (*Fantuzzi II.* 163. *IV.* 290. 291.).

Die Hauptfrage ist nun diese: wie waren diese Unzen gemeint, als reelle Theile (*partes divisae*) oder als ideelle (*partes indivisae*)? Im ersten Fall waren es für das Grundeigenthum abgesonderte Grundstücke, so daſs die Unzialbezeichnung nur entweder auf den früheren gänzlichen Zusammenhang deutete, oder zwar auf fortdauernden Zusammenhang, jedoch nicht für Eigenthum und Besitz, sondern in anderer, specieller Rücksicht, z. B. in Ansehung der Grundsteuer jedes Fundus, wofür etwa jeder Eigenthümer in demselben solidarisch verpflichtet gewesen wäre; im zweiten Fall (bei ideeller Vertheilung) dagegen wäre stets nur von Miteigenthümern eines und desselben Fundus, als eines ungetrennten Ganzen, die Rede, und diese Mit-

*) *Punctus*, als Theil der Unze, kommt vielleicht auſserdem nirgends vor; es läſst sich aber aus dieser Stelle mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daſs darunter gerade 2 Scrupeln, d. h. der zwölfte Theil der Unze, verstanden wurde. Es soll hier nämlich der Bruch einer Unze angegeben werden, und dieser wird so ausgedrückt: 6 *puncti* und 4 Scrupeln. Der *punctus* muſs also weniger als 4 Scrupeln enthalten haben, sonst wären die 6 *puncti* schon wieder eine ganze Unze gewesen, also entweder 3 oder 2 Scrupeln. In beiden Fällen hat der Ausdruck der Urkunde das Sonderbare, daſs ja die 4 Scrupeln schon wieder ganze *puncti* ausmachen würden, also natürlicher unter den *puncti* mitgezählt worden wären. Allein diese Sonderbarkeit erklärt sich, wenn man den *punctus* zu 2 Scrupeln annimmt. Nun waren nämlich 6 *puncti* gerade eine halbe Unze, und es hat nichts auffallendes, zu sagen: eine halbe Unze und noch 4 einzelne Scrupeln.

Miteigenthümer hätten nur den Ertrag nach ihrem bestimmten Unzialverhältnifs getheilt. Ueber diese Frage nun giebt uns die allgemeine juristische Theorie wenig Auskunft. Denn wenn wir annehmen, was Niebuhr höchst wahrscheinlich gemacht hat, dafs für den limitirten Boden ursprünglich gar keine reelle Theilung möglich war, so wäre zwar für diesen Fall die Sache entschieden; allein für den *ager arcifinius* bliebe dieselbe Ungewifsheit, und auch jene Regel des limitirten Bodens hat sich schwerlich bis in die Jahrhunderte, aus welchen unsre Urkunden herrühren, rein erhalten. Setzen wir dieses voraus, so war es völlig willkührlich, welche von beiden oben erklärten Vertheilungen man im wirklichen Verkehr erwählen wollte, beide waren gleich möglich, und es ist eine lediglich faktische Frage, welche im einzelnen Fall wirklich gemeint ist.

In einigen Fällen nun ist es ganz entschieden, dafs reelle Theile gemeint sind. Dieses beweist vor allem der Umstand, wenn unter den vier Gränznachbaren die übrigen Unzen desselben Fundus vorkommen So z. B. in der Mitte des achten Jahrhunderts im Territorium von Sinigaglia (*Fant. I.* 40.): „*Peticio .... de senas uncias principales in integro duor fundor Spiriliano et cornutula sitas sinogaliens ab uno lat fund verriano et ueclano et ab alio lat Senas uncias sup scriptor fundor ....seu a tcio lat fund centu jugera atque a quarto lat fund manoniano.*“ Eben so im Territorium von Rimini 572 (*Marini N.* 120. *lin.* 16.), ebendaselbst in unbekannter Zeit (*Fant.* 1. 29.), ebendaselbst im J. 591 (*Marini N.* 122. *lin.* 16. vergl. mit *N.* 121.). In diesem zuletzt erwähnten Kaufbriefe ist von 6 Unzen des *Fundus Genecianus* die Rede, und unter den Gränznachbaren dieser 6 Unzen sind wiederum die übrigen 6 Unzen genannt. Aber selbst wenn dieses nicht wäre, könnten hier auch schon aus einem anderen Grunde reelle Theile vermuthet werden. Nämlich die 6 Unzen unsres Kaufbriefes werden verkauft zu 24 *solidi;* nun existirt aber auch ein gleichzeitiger Kaufbrief der anderen 6 Unzen zu 14 *solidi* (*Marini N.* 121.), und diese grofse Differenz der beiden Hälften ungefähr zu derselben Zeit, die allerdings auch bei ideellen Theilen durch blofsen Zufall entstanden seyn könnte, erklärt sich doch viel leichter aus reeller Vertheilung, indem die beiden abgetheilten Hälften desselben Fundus von sehr verschiedener Fruchtbarkeit seyn konnten.

In anderen Fällen dagegen kann mit Sicherheit behauptet werden, dafs die Unzen blofs als ideelle Theile gemeint sind. Dieses ist nämlich

gerade dann der Fall, wenn die vier Gränznachbaren vollständig angegeben werden, ohne dafs darunter die übrigen Unzen desselben Fundus genannt sind, welches nur bei ideeller Theilung möglich ist (z. B. *Fantuzzi I.* 43.). Zwar wird in anderen Fällen bei ähnlicher Gränzbestimmung ausdrücklich hinzugesetzt, dafs es die Gränzen des **ganzen** Fundus seyen, wozu dieser Theil gehöre, z. B. *Fant. I.* 129. „*In terra fines ipsius fundo in qua res antescripta una uncia et tres scripulos hoc est duobus lateribus fundus q. v. „Ela“ rel.* (*cf. Fant. I.* 136. 147. 156.). In diesem Fall liefsen sich allerdings auch reelle Theile denken, aber es wäre immer schwer zu begreifen, warum man bei reellen Theilen eine solche weniger einfache und natürliche Gränzbestimmung gewählt haben sollte. — Ausserdem kommen sehr häufig Unzen bei anderen Gegenständen als Fundis vor, und zwar bei Gegenständen, deren Natur nicht zweifeln läfst, dafs blofs ideelle Theile gemeint seyn können, indem sich bei ihnen eine reelle Bestimmung gleichartiger Theile, so wie an einem Fundus, gar nicht denken läfst. Dahin gehört: 1) ein ganzes **Vermögen**, z. B. 572 bei *Marini Num.* 88. und 88 A. „*donamus cedimus tradimus ac mancipamus sex uncias substantiae nostrae in mobilibus ... in rusticis urbanisque praediis exceptis mancipiis et septem semis unciis fundi (Quadrantula).*“ Eben so in mehreren Urkunden (*Marini N.* 90. 94. *p.* 139. 147. Vergl. auch *Gregorii Magni epist. lib.* 2. *ep.* 12.). 2) *domus*, was eben so wenig nach Unzen reell vertheilt werden kann (*Marini N.* 80. *p.* 125. *lin.* 14 — 16, *N.* 107. *p.* 168, *N.* 123. *p.* 189. 190, *N.* 132. *p.* 198. Vgl. *Gregorii M. epist. Lib.* 3. *ep.* 3.). Eben so *casale* (*Marini N.* 120. *p.* 183.) und *balneum* (*Marini N.* 132. *p.* 198.). — Man könnte auf solche ideelle Theile, im Gegensatz der reellen, auch noch einen andern in den Urkunden sehr häufigen Ausdruck beziehen wollen, nämlich *unciae ... in integrum* oder *in integro*, was alsdann eben ausdrücken würde, dafs der Fundus selbst *integer*, d. h. nicht reell abgetheilt wäre. Da aber dieser Ausdruck auch in einem Fall vorkommt, in welchem das Daseyn reeller Theile oben erwiesen worden ist (*Marini N.* 122. *lin.* 14), so ist diese Erklärung zu verwerfen, und vielmehr die einfachste und natürlichste vorzuziehen, nach welcher es eine Anzahl Unzen **in unzertrenntem Stück**, d. h. nicht an verschiedenen Enden des Fundus zerstreut, bezeichnet. Allerdings kommt denn auch in manchen Stellen der Ausdruck *in integrum* vor, ohne allen Sinn und als etwas blofs von den Notaren gedankenlos hingeschriebenes, z. B. bey Un-

ten eines ganzen Vermögens und eines Hauses (*Marini N.* 90. 123. 132. *p.* 139. 190. 198.).

In welchem Sinn nun die Unzen in der großsen Zahl von Fällen zu nehmen sind, worin die angeführten Gründe nichts entscheiden, läfst sich nicht bestimmen, und diese Unbestimmtheit eines in allen Contracten so sehr gewöhnlichen Ausdrucks ist allerdings auffallend.

Aufser der Bedeutung der Unzen selbst soll nunmehr zweitens noch eine sehr gewöhnliche nähere Bestimmung derselben untersucht werden, nämlich der Ausdruck *unciae principales.* Auf den ersten Anblick könnte man die so bezeichneten Unzen für die besseren, vorzüglicheren halten wollen. So glaubt Marini (*papiri p.* 294. *not.* 5.), man habe damit vielleicht sagen wollen, dafs der Donatar oder Käufer, wenn er *principales uncias* empfing, bei der künftigen reellen Theilung die Auswahl haben sollte. Allein ich zweifle, dafs man eine so lange Geschichte so gleichförmig kurz überall bezeichnet haben sollte, da aufserdem unseren Urkunden, wie viele Fehler sie auch haben mögen, Wortkargheit gewifs nicht vorgeworfen werden kann. Völlig widerlegt aber wird jene Erklärung dadurch, dafs einmal alle 12 Unzen nach einander *principales* heifsen. *Fantuzzi I.* 136: „*sex uncias principales in integrum quod est omnem medietatem in integrum de fundo in integrum qui vocatur Savignianum majore. Reliquarum aliarum sex unciarum principalium*“ *rel.* Noch mehr: auch ein ganzer Fundus heifst *principalis*, wobei also gewifs nicht an einen bevorzugten Theil gedacht werden kann. *Fantuzzi VI.* 5: „*Id est fundum unum principalem integrum q. v. Caput Aquis.*“ Dieser letzte Ausdruck steht auch in einer unverständlichen Stelle der Schrift *de casis litterarum* bei Goesius p. 243: „*proxime villam aqua viva est: quam aquam vivam in finem constituimus: sed infra fundum principalem suum aqua viva esse cognoscitur*“ *rel.* Aber eben der Umstand, dafs auch ein ganzer Fundus diese Bezeichnung erhält, kann auf die Erklärung derselben führen. Bei der Limitation einer Feldmark nämlich wurde nicht alles Land, sondern nur das eigentliche Ackerland, in Fundos vertheilt: auch vom Ackerland fiel aus verschiedenen Gründen oft noch vieles aus, unter dem Namen *Subseciva* (Niebuhr II. 390). Nun ist es sehr möglich, dafs man die bei der ursprünglichen Vertheilung und Verloosung gebildeten Fundos als solche, und im Gegensatz der *Subseciva*, die gleichfalls auf mancherlei Weise in den Verkehr kommen konnten, durch das Beiwort *principalis* auszeichnete,

so daſs *uncia principalis* so viel heiſst als *uncia fundi principalis.* War dieser Ausdruck einmal für den angegebenen Fall gewöhnlich geworden, so ist es sehr begreiflich, daſs er sich späterhin in den Urkunden auf ganz gedankenlose Weise nicht nur erhielt, sondern sogar auch auf solches Land verbreitete, bei welchem er eigentlich keinen Sinn hatte, nämlich auf den *ager arcifinius.* Ja dieser sinnlose Gebrauch erstreckte sich noch viel weiter, und auf Gegenstände, wobei gewiſs niemand einen Sinn damit verbinden kann. So finden sich *unciae principales* eines ganzen Vermögens. *Marini N.* 90. *lin.* 11. 12. „*donationis meae usufructuariae ... sex unciarum principalium in integro totius substantiae meae mobile et inmobile seseque moventibus.*“ *cf. Fant. I.* 247. Und eben so auch *unciae principales* von Häusern, welche so wenig als die an einem ganzen Vermögen Sinn haben (*Marini N.* 123. *p.* 189. 190, *N.* 132. *p.* 198.).

Ueber

die erste Ehescheidung in Rom.

Vom Herrn von Savigny *).

Alle Zeugnisse der alten Schriftsteller stimmen darin überein, daſs in Rom in den fünf ersten Jahrhunderten der Stadt keine Ehescheidung vorgefallen sey. Das erste Beispiel gab Sp. Carvilius Ruga um das Jahr der Stadt 520. Nach der ausführlichsten Erzählung, welche Gellius **) an zwei Stellen davon giebt, war die Veranlassung diese: Carvilius lebte in unfruchtbarer Ehe. Nun hatten ihm bei dem Census die Censoren einen Eid abgenöthigt: „*uxorem se liberorum quaerendorum gratia habiturum.*“ Kinder aber konnte er von dieser Frau nicht mehr hoffen, und wiewohl er sie zärtlich liebte, entschloſs er sich dennoch zur Trennung, weil ihm die Heiligkeit des Eides mehr galt als seine Liebe. Nach dieser Erzählung ist gar nicht zu zweifeln, daſs Gellius selbst angenommen hat, die Censoren hätten eben diesen Erfolg zur Absicht gehabt, indem sie den Eid foderten. So haben es auch die Neueren gemeint, und diese Geschichte ist daher auf die bekannte Sorgfalt der Censoren für die Bevölkerung bezogen worden ***), indem diese durch kinderlose Ehen so sehr als durch Ehelosigkeit gehindert werden kann.

Allein diese Deutung halte ich für ganz irrig. Zuerst wird nämlich diese Ehescheidung auch von Dionysius und Valerius Maximus er-

*) Vorgelesen den 21. Jul. 1814.

**) *L.* 4. *C.* 3. *L.* 17. *C.* 21.

***) Z. B. von *Ramos ad L. Jul. et Pap. Lib.* 1. *C.* 5. bei *Meerman T.* 5.

wähnt *), zwar weniger bestimmt und ausführlich als bei Gellius, aber mit dem bedeutenden Zusatz, daſs das Volk die Handlung des Carvilius sehr miſsbilligt habe. Es laſst sich aber nicht denken, daſs ihn dieser Tadel getroffen hätte, wenn er bloſs den Censoren gehorsam gewesen wäre. Dazu kommt noch die groſse innere Unwahrscheinlichkeit dieser Gestalt der Erzählung. Daſs nämlich die Censoren zur Ehe ermahnten, auch daſs sie den, welcher ohne Ehe alt geworden war, bestraften **), ist nicht zu bezweifeln; sie hatten es dabei bloſs mit dem Egoismus zu thun, welcher der Liebe zum Vaterland weichen sollte. Anders war es bei kinderlosen Ehen. Die Ehe an sich war ein würdiges, verehrtes Verhältniſs, und schwerlich hätte es ein Censor wagen dürfen, zu einer leichtsinnigen und wilkührlichen Behandlung dieses Verhaltnisses den ersten Anstoſs zu geben. Zu dieser Unwahrscheinlichkeit aber kommt noch eine zweite Niemand wird glauben, daſs die Ehe des Carvilius damals die einzige kinderlose in Rom gewesen sey: gab es aber mehrere, so hatten die Censoren gleichen Grund sie zu trennen, und dann konnte nicht jene zu einer so ausschlieſsenden Celebrität kommen.

Indem ich nun eine andere Erklärung versuchen will, muſs ich sogleich auf den Mittelpunkt der ganzen Untersuchung aufmerksam machen: dies ist die Formel *uxor liberorum quaerendorum caussa*. Offenbar versteht man diese von dem individuellen Motiv der Ehe, von dem vorherrschenden Begehren der Nachkommenschaft, so daſs der Ausdruck bei einer entschieden kinderlosen Ehe eben so unpassend seyn würde, als bei einer solchen, die aus Habsucht oder Ehrgeiz geschlossen wäre. Allein diese Erklärung ist irrig. Vielmehr geht dieser Ausdruck auf den allgemeinen Charakter der Ehe überhaupt, im Gegensatz des Concubinats, und *uxor liberorum quaerendorum caussa* heiſst genau so viel als *uxor*, von welchem Begriff jenes bloſs der verstärkte, feierliche Ausdruck ist. Die Beweise sind diese:

1) *Ennius ap. Festum v. quaeso: „in Cresphonte: ducit me uxorem liberorum sibi quaesendum gratia. et in Andromeda: liberorum quaesendum caussa familiae matrem tuae."*

2) *Varro ap. Macrobium Saturnal. Lib. 1. C. 16. „Mundus cum patet, deorum tristium atque inferûm quasi janua patet. Propterea non*

*) *Dionys. L. 2. C. 72. Valer. Max. L. 2. C. 1. §. 4.*

**) *Valer. Max. L. 2. C. 9. §. 1.*

modo praelium committi verum etiam dilectum rei militaris caussa habere, ac militem proficisci, navim solvere, uxorem liberûm quaerendorum causa ducere religiosum est.

3) Tacitus annal. XI. 27. „Haud sum ignarus, fabulosum visum iri Consulem designatum cum uxore principis, praedicta die, adhibitis qui obsignarent, velut suscipiendorum liberorum caussa, convenisse; atque illam audisse auspicum verba" rel.

4) Ulpian. tit. 3. §. 3. „Liberis jus Quiritium consequitur Latinus, qui minor 30 annorum .. fuit: nam lege Junia cautum est, ut si civem Romanam, vel Latinam uxorem duxerit, testatione interposita, quod liberorum quaerendorum causa uxorem duxerit" rel.

5) Aur. Augustini Sermo 51. C. 13. (ed. Paris. 1683. f. T. 5.): „recitantur tabulae ... et recitatur: liberorum procreandorum causa: et vocantur tabulae matrimoniales. Nisi ad hoc dentur, ad hoc accipiantur uxores, quis sana fronte dat filiam suam libidini alienae *)?"

In allen diesen Stellen, aus so verschiedenen Zeiten sie auch herrühren, ist doch die Bedeutung des Ausdrucks stets dieselbe. Er bezeichnet in allen nicht einen besonderen, persönlichen Beweggrund, sondern die allgemeine Natur der Ehe überhaupt, die dadurch stets mit einer gewissen Feierlichkeit ausgedrückt werden soll. Bei Ulpian insbesondere kommt der Ausdruck vor als eine gerichtliche Formel, wodurch die Absicht, eine eigentliche wahre Ehe zu schliefsen, aufser Zweifel gesetzt werden soll: bei Augustin aber als regelmäfsiger Bestandtheil der schriftlichen Eheverträge.

Diese Bedeutung des Ausdrucks läfst sich auch leicht erklären. Die Kinder einer Concubine waren juristisch betrachtet ohne Vater, so dafs allerdings nur in der wahren Ehe **) einem Manne Kinder geboren werden konnten, die als die seinigen anerkannt wurden.

Demnach betraf der Eid, welchen Carvilius schwören sollte, die Frage, ob er in der Ehe oder ehelos lebe. Und diese Erklärung wird durch eine andere Erzählung bestätigt, die bei Cicero und Gellius vor-

*) Add. ejusd. Sermo 291. in append., Id. de moribus Manichaeorum L. 2. C. 18. (op. T. 1.).

**) Ob diese juristisch gültig war, oder nicht, darauf kam es nicht an. Denn in dem Fall bei Ulpian war die Ehe zunächst noch ohne connubium geschlossen, also nach Civilrecht ungültig, d. h. es war kein justum matrimonium.

kömmt *). Der Censor Cato fragte den L. Porcius: *ex tui animi sententia, tu uxorem habes?* worauf dieser antwortete: *habeo equidem uxorem, sed non hercule ex mei animi sententia.* Zur Strafe des unzeitigen Spaſses wurde dieser unter die Ärarier gesetzt, denn *ex animi sententia* hieſs: auf dein Gewissen, und war der gewöhnliche Ausdruck einer feierlichen Frage **). Die Frage des Cato war also bloſs auf das Daseyn der Ehe gerichtet, ganz wie ich für unsern Fall annehme, und Gellius nennt diese Frage des Cato die herkömmliche: „*Censor adigebat de uxoribus sollemne jusjurandum,*" und nachher: „*uti mos erat.*"

Nimmt man diese Erklärung an, so sind die Censoren von allem Vorwurf der Theilnahme an dieser Ehescheidung gereinigt: sie fragten bloſs nach der Ehe, und dachten nicht daran, eine kinderlose Ehe aufzulösen. Aber was bestimmte sie überhaupt zu dieser Frage? und warum lieſsen sie die Antwort beschwören?

Was die Frage selbst betrifft, so kann man sie aus der oben bemerkten Sorge für die Bevölkerung erklären. Sie fragten dann bei jedem nach der Ehe, um den Ehelosen zur Ehe ermahnen oder gar strafen zu können. Diese Erklärung ist allerdings zulässig, und sie ist frei von den Widersprüchen, um deren willen jene andere Meinung oben verworfen werden muſste. Allein für entschieden richtig halte ich sie keineswegs; denn daraus, daſs jene Ermahnungen und Strafen der Censoren vorkamen, folgt gar nicht, daſs sie gewöhnlich und bei allen Censoren vorkamen, so wie dieses Gellius von der Frage nach der Ehe bemerkt. Vielmehr läſst es sich denken, daſs sie nur selten und von wenigen Censoren versucht wurden, und daſs man die Nachricht davon gerade ihrer Seltsamkeit wegen aufbewahrt hat. Auch läſst sich in der That ein anderer viel allgemeinerer Zweck der Frage angeben. Bekanntlich verfertigten die Censoren jedesmal eine neue Liste aller Bürger; diese Liste aber enthielt, wie ich sogleich beweisen werde, nicht bloſs die Namen, sondern bei jedem Namen auch die Bemerkung persönlicher Verhältnisse, mehr oder weniger, nach Gutbefinden der Censoren, welche gewiſs darin sehr freie Hand hatten. Nun ist es sehr denkbar, daſs unter diesen bemerkenswerthen persönlichen Verhältnissen auch die Ehe oder Ehelosigkeit aufgezeichnet wurde, wodurch man die wünschenswertheste Uebersicht aller bestehenden Ehen erhielt.

Aber

*) *Cicero de oratore L. 2. C. 64, Gellius L. 4. C. 20.*

**) *Ciceronis acad. quaest. L. 2. C. 47.*

Aber warum foderten endlich die Censoren den Eid? Dieser Umstand scheint am meisten zu der oben widerlegten Erklärung beigetragen zu haben. Die Censoren, setzt man voraus, liefsen den Carvilius schwören, dafs er in einer Ehe *liberorum quaerendorum caussa* leben wolle, was bei seiner unfruchtbaren Frau so viel hiefs, als sich scheiden und eine andere Ehe schliefsen. Allein der Eid ging gar nicht auf das künftige, sondern auf das gegenwärtige; die Censoren wollten nicht etwas bewirken, sondern etwas erfahren, und es gehörte überhaupt zu dem alten Herkommen und zur Feierlichkeit der ganzen Handlung, dafs jeder Bürger, er mochte glaubwürdig seyn oder nicht, alles, was er vor dem Censor ausgesagt hatte, beschwören mufste. War dieses der Fall, so ist es klar, dafs der Eid so wenig als alles übrige auf die individuellen Verhältnisse des Carvilius und auf dessen Ehescheidung berechnet war. Merkwürdig ist dabei der Ausdruck des Eides, welchen Gellius angiebt. In einer Stelle sagt er (XVII. 21): „*jurassetque apud censores, uxorem se ... habere,*" und damit stimmt die noch bestimmtere Formel in der Erzählung von Cato: „*uxorem habes?*" überein. Allein in der andern Stelle (IV. 3.) sagt er: *jurare a censoribus coactus erat uxorem se ... habiturum,*" welcher ganz verschiedene Ausdruck offenbar aus dem Misverständnifs des Hergangs selbst bei ihm entstanden ist.

Ich habe nun noch dasjenige zu beweisen, was ich über die Reichhaltigkeit der Censorischen Listen und über den Eid als allgemeine Bestärkung aller Angaben vor dem Censor behauptet habe. Als nämlich in Folge des italischen Kriegs die römische Civität über ganz Italien verbreitet wurde, fand man manche besondere Einrichtungen für die Municipien nöthig. Vieles dahin gehörige enthält die von Mazochi commentirte *lex*, die unter dem Namen *tabula Heracleensis* bekannt ist, und deren historisches Verhältnifs bis jetzt noch nicht befriedigend hat erklärt werden können. Unter andern wird hier ein Localcensus für diese Municipalen, gleichzeitig jedesmal mit dem römischen Census, und mit Beobachtung ähnlicher Formeln, vorgeschrieben. Die Stelle ist diese *): *quae Municipia, coloniae, praefecturae civium Romanorum in Italia sunt, erunt, qui in eis municipiis, coloniis, praefecturis maximum magistratum, maximamve potestatem ibi habebit, tum cum Censor aliusve quis magistratus Romae populi censum aget, is diebus sexaginta proximis, quibus sciet Romae censum populi agi, omnium munici-*

*) *Mazochii tabulae Heracleenses* p. 454.

pum, colonorum suorum, quique ejus praefecturae erunt, qui cives Romani erunt, censum agito, eorumque nomina, praenomina, patres, patronos, tribus, cognomina, et quot annos quisque eorum habet, et rationem pecuniae ex formula census, quae Romae ... proposita erit, ab iis juratis accipito" rel. Die Nebenumstände, die hier ausdrücklich zu bemerken vorgeschrieben sind, so wie die eidliche Bekräftigung jeder Angabe im Ganzen mit allen ihren Umständen, stimmt ganz mit meinen Behauptungen überein, und gewiſs waren diese Vorschriften nicht neue Erfindung für diesen Fall, sondern altrömische Sitte, auf die neuen Municipien jetzt zuerst angewandt. Die Ehe ist freilich nicht unter den aufzuzeichnenden Stücken genannt, obgleich Gellius ausdrücklich bemerkt, daſs darüber die Censoren regelmäſsig zu fragen pflegten; sey es nun, daſs diese Frage zur Zeit des italischen Krieges abgekommen war, oder daſs man sie nur nicht in den neuen Municipien nöthig fand, die Wahrscheinlichkeit unsrer Erklärung leidet dabei nicht.

Als Resultat ergiebt sich nun folgender Zusammenhang der Geschichte des Carvilius. Die Censoren hatten ihn, wie alle Andern, befragt, ob er eine *uxor liberorum quaerendorum caussa* habe, d. h. ob er in der Ehe lebe; er hatte dieses bejaht und beschworen. Nachher aber, seiner kinderlosen Ehe überdrüssig, behauptete er mit heuchlerischer Religiosität, daſs er falsch geschworen habe, denn von dieser Ehe könne er ja keine Kinder erwarten. Von diesem übereilten falschen Eid könne er sich nur dadurch reinigen, daſs er ihn hinterher wahr mache, darum müsse er diese Ehe aufheben und eine andere schlieſsen. Dieses war ohne Zweifel der Vorwand des Carvilius; er, wie L. Porcius, hatte mit dem Buchstaben der feierlichen Formel sein Spiel getrieben, und wie dieser zur Strafe seines Spaſses zum Ärarier gemacht wurde, so traf jenen der gerechte Unwille seiner Mitbürger.

Erklärung

einer Urkunde des sechsten Jahrhunderts, nebst einem Abdruck des Textes dieser Urkunde.

Vom Herrn von Savigny *).

Aus Ravenna und der umliegenden Gegend hat sich eine nicht geringe Zahl von Urkunden des fünften, sechsten und siebenten Jahrhunderts auf Papyrus erhalten, welche seit dritthalbhundert Jahren allmählig herausgegeben worden sind. Die erste vollständige Sammlung derselben hat vor wenigen Jahren Marini veranstaltet, in dessen *papiri diplomatici* sie unstreitig die wichtigste Stelle einnehmen. Indessen hat der Gebrauch dieser höchst wichtigen Urkunden ganz eigenthümliche Schwierigkeiten, wovon ich hier nur zwei erwähne, die sich unmittelbar auch auf den Gegenstand dieser Abhandlung beziehen. Erstlich ist die Cursivschrift, worin diese Urkunden geschrieben sind, ungemein schwer zu lesen, und zweitens sind die meisten Urkunden verstümmelt, so zwar, daſs ihnen gerade der Anfang fehlt. Es waren nämlich insgesammt Rollen, welche so gewickelt wurden, daſs das Ende in das Innere der Rolle kam, der Anfang also auf den äuſsersten Schichten stand. Diese äuſsersten Schichten nun haben sich an den meisten ganz abgerieben, wodurch also jedesmal der Anfang zerstört werden muſste. Obgleich man nun meistens aus den erhaltenen Theilen leicht sieht, wovon überhaupt die Rede ist, ob von Kauf oder Testament, von Häusern oder Landgütern u. s. w., so ist es doch oft wieder sehr schwer, den unmittelbaren Zweck der gegenwärtigen Handlung, das Verhältniſs derselben zu je-

*) Vorgelesen den 2. November 1815.

nem allgemeinen Gegenstande, genau zu bestimmen, indem gerade dieses Verhältniſs im Anfang jeder Urkunde ausgedrückt war.

Die Urkunde, von welcher hier gehandelt werden soll, findet sich auf der Pariser Bibliothek. Sie ist 5 Pariser Ellen lang und ¼ Elle breit. Herausgegeben und weitläuftig erklärt ist sie von den Benediktinern, welche zugleich zwei leider sehr kleine Proben haben in Kupfer stechen lassen *). Marini hat sie hieraus neu abdrucken lassen, und häufig theils die Erklärung, theils selbst den Text berichtigt, so weit dieses letzte aus den wenigen gestochenen Proben oder durch Conjektur möglich war, da er das Original nicht vor sich hatte **). Ein Kupferstich der ganzen Urkunde, wodurch allein die Zweifel der Leseart gelöst werden könnten, ist von Mellot schon längst wirklich besorgt worden, aber aus unbekannten Gründen niemals erschienen: Marini spricht davon nicht ***). Was Fumagalli zur Erläuterung der Urkunde gesagt hat, ist unbedeutend, und dabei nicht ohne starke Irrthümer †). Mit dem gröſsen Fragment in Paris verbindet noch Marini ein sehr kleines aus Padua, welches er (vielleicht mit zu groſser Zuversicht) für ein Stück derselben Urkunde hält ††); auf jeden Fall aber ist dieses Paduanische Stück so gering, daſs sich schwerlich irgend ein erheblicher Gebrauch davon machen läſst.

Ehe der eigentliche Zweck unsrer Urkunde bestimmt werden kann, muſs ich einige allgemeine Bemerkungen über die Form der römischen Testamente, und besonders über das Geschäft der städtischen Gerichte bei denselben vorausschicken. Zur Zeit der christlichen Kaiser gab es zwei Hauptformen von Testamenten: das feierliche oder Privattestament, und das öffentliche. Das erste, welches auf dem alten Recht beruhte, wurde stets vor einer Anzahl von Zeugen, aber ganz ohne Mitwirkung einer öffentlichen Behörde, gemacht. Starb der Testator, so muſste ein solches versiegeltes Testament gleich in den ersten Tagen vor Gericht gebracht, in Gegenwart der Zeugen eröffnet, vorgelesen und zu den Gerichtsakten genom-

*) *Nouveau traité de diplomatique T. 3. p. 629. sq. p. 706. tab. 63. T. 4. p. 746. tab. 74. T. 5. p. 637. sq.*

**) *Marini papiri diplom. Num. LXXIV.* und *tab. 3.*

***) *Nouveau traité de dipl T. 3. p. 630. T. 5. p. 640.*

†) *Fumagalli istituzioni diplomatiche. Milano 1802. in 4. Tom. 2. p. 328—332.*

††) *Marini l. c. N. LXXIV. A.* und *tab. 4.*

men werden *). Das öffentliche Testament bestand darin, daſs der Testator seinen letzten Willen mündlich vor der städtischen Curie erklärte und seinem ganzen Inhalt nach in das Protokoll derselben aufnehmen lieſs (Insinuation): die Erklärung vor dem Statthalter der Provinz hatte natürlich nicht weniger Gültigkeit als die vor der Curie: und eine besondere Verordnung bestimmte noch ausdrücklich, daſs auch die Erklärung vor dem Kaiser zur Gültigkeit des Testaments hinreichen sollte **). Demnach hatte das Gericht bei den beiden Arten der Testamente ganz verschiedene Geschäfte, welche auch gar nicht in einander übergehen oder in der Anwendung willkührlich verwechselt werden konnten. Die gerichtliche Eröffnung kam vor bei dem Privattestament, aber durchaus nicht bei dem öffentlichen, da dieses niemals versiegelt gewesen war. Umgekehrt machte die Insinuation das Wesen des öffentlichen Testaments aus, aber sie konnte auch nur bei diesem und nicht bei dem Privattestament vorkommen. Zwar haben Einige geglaubt, auch Privattestamente seyen zuweilen von besonders vorsichtigen Personen zum Ueberfluſs noch insinuirt worden. Allein dieses ist ganz unmöglich; denn in diesem Fall hätte man das früher von den Zeugen versiegelte Testament im Gericht entsiegeln müssen, um es vorlesen und den Inhalt zu Protokoll nehmen lassen zu können: aber dadurch wäre alle Kraft und Wirkung der früheren feierlichen Handlung völlig vernichtet gewesen. Jene Meinung setzt offenbar die bei uns gewöhnliche Form voraus, da ein schriftliches Testament verschlossen zu den Gerichtsakten gegeben und dadurch bestätigt wird. Wir haben aber durchaus keinen Grund anzunehmen, daſs eine solche Art der Bestätigung jemals bei den Römern üblich gewesen wäre, vielmehr deutet alles auf das Gegentheil ***).

Jetzt wird es möglich seyn, dem Inhalt unsrer Urkunde näher zu treten †). Vor der Curie zu Ravenna waren zu verschiedenen Zeiten meh-

*) *Pauli receptae sent. Lib. 4. Tit. 6. §. 1. „Tabulae testamenti aperiuntur hoc modo, ut testes vel maxima pars eorum adhibeatur, qui signaverint testamentum: ita ut, agnitis signis, rupto lino, aperiatur, et recitetur: atque ita describendi exempli fiat potestas: ac deinde signo publico obsignatum in archium redigatur: ut si quando exemplum ejus interciderit, sit unde peti possit.*

**) *L. 19. C. de testamentis.*

***) Vergl. Savigny Geschichte des Röm. Rechts im Mittelalter B. 1. S. 82 – 84.

†) Es war hier hauptsächlich meine Absicht, den inneren Zusammenhang der ganzen Handlung festzustellen. Einzelne Punkte, welche theils für das öffentliche Recht, theils für



rere Privattestamente eröffnet, und es war über jede Eröffnung ein Protokoll aufgenommen worden. Gegenwärtig erscheinen Abgeordnete der Hauptkirche, und bitten diese verschiedenen Eröffnungsprotokolle aufzusuchen und zu verlesen. Dieses geschieht, und über die ganze Handlung wird abermals ein Protokoll aufgenommen, in welches also jene verlesenen Eröffnungsprotokolle vollständig eingerückt sind. Zuletzt bitten die Abgeordneten um Mittheilung des gegenwärtigen Protokolls, welche ihnen zugestanden wird. Der verlorene Anfang der Urkunde erzählte ohne Zweifel die Erscheinung der Abgeordneten, ihre Bitte und die dabei vorgekommenen Reden und Gegenreden. Wie viele Protokolle verlesen seyn mögen, läfst sich nicht bestimmen: jetzt sind deren noch fünfe übrig. Das erste ist ohne Datum *). Das zweite betraf ein Testament vom J. 480, die Zeit der Eröffnung ist ungewifs **). Bei dem dritten fällt die Eröffnung in das Jahr 474 ***), bei dem vierten in das J. 521 †): die Zeit der Verfertigung des Testaments ist bei beiden ungewifs. Das fünfte Testament endlich ist im J. 552 sowohl verfertigt als eröffnet ††). Unsere Urkunde also ist nicht älter als das J. 552; zugleich nimmt aber Marini mit einiger Wahrscheinlichkeit an, dafs sie vor 575 geschrieben seyn müsse, da unter den Abgeordneten ein Defensor Thomas vorkommt, eine andere Urkunde von 575 aber einen Defensor Thomas als verstorben erwähnt.

So viel über den Inhalt der Urkunde im Allgemeinen. Ich will nun noch einige besonders schwierige oder zweifelhafte Punkte hervorheben.

Die Eröffnungsprotokolle enthalten jedesmal von den verlesenen Testamenten nicht den ganzen Inhalt, sondern nur die Anfangsworte, z. B. bei dem vierten Testament nichts als den ganz allgemeinen, unbedeutenden Eingang, und dann von der Verfügung selbst die Worte: *Pascasia h. f.* (*honesta foemina*) *jugali*, womit es abbricht †††). Dieses findet Marini ganz unbe-

das Privatrecht merkwürdig sind, habe ich aus dieser Urkunde bereits in meiner Geschichte des Röm. Rechts im Mittelalter ausgehoben B. 1. S. 302. B. 2. S. 182.

*) Es steht auf der ganzen ersten Columne und auf der zweiten *lin.* 1—6.

**) *Col.* 2. *lin.* 7. bis *Col.* 3. *lin.* 8; es schliefst mit den Worten: *sint totae.*

***) *Col.* 3. *lin.* 8. (von *Leone jun.* an) bis *Col.* 4. *lin.* 6. (*h. f. jugali.*)

†) *Col.* 4. *lin.* 6. (*Valerio v. c. Consul.*) bis *Col.* 5. *lin.* 11. (*jubeo ac volo.*)

††) *Col.* 5. *lin.* 11. (*Undecies p. c. Basilii*) bis an das Ende der Urkunde.

†††) *Col.* 4. *lin.* 6.

greiflich und zwecklos, indem man dadurch den Inhalt gar nicht erfährt *). Allein diese Sparsamkeit läſst sich leicht erklären. Bei der Eröffnung selbst war nicht mehr niederzuschreiben nöthig, weil das ganze Original bei denselben Gerichtsakten aufbewahrt blieb: die Anfangsworte aber waren nöthig, weil daraus künftig die Identität des damals verlesenen und des noch vorhandenen Testaments erhellen muſste. Wozu die Kirche diese unvollständigen Protokolle brauchen konnte, ist eben so klar. Führte sie nämlich einen Erbschaftsstreit, der auf einem solchen Testament beruhte, so muſste sie erstlich Abschrift des ganzen Testaments haben, was sie sich ohne Zweifel verschafft haben wird; sie muſste aber auch zweitens die gehörige, feierliche Eröffnung desselben Testaments darthun können, und dazu war eben unsre gegenwärtige Urkunde bestimmt, die also eben sowohl für sich allein unzulänglich als ganz unentbehrlich war.

Nach Verlesung der einzelnen Protokolle sprechen die Magistrate: *Quae lecta sunt gesta suscipiant*, d. h. es soll dieses alles in ein Protokoll gefaſst werden, welches eben unser gegenwärtiges Aktenstück ist. Darauf bitten die Abgeordneten der Kirche: *nunc petimus ut ex his quae acta sunt gesta nobis edi propitii censeatis.* Die Magistrate antworten: *Gesta vobis ex his quae acta sunt competens ex more edere curabit officium.* Dieses Dekret wird bekräftigt durch das doppelte *edantur*, welches eigenhändig von jedem der beiden Magistrate darunter gesetzt ist, und zuletzt steht: *Fl. Severus Except. pro Bonila Praerogativario edidi.* Nun nimmt Marini an, dieses gegenwärtige sey das im Gericht aufbewahrte Original, und von diesem sey nachher der Kirche eine (nicht mehr vorhandene) Abschrift gegeben worden, worauf sich das *edantur, edidi* u. s. w. beziehe **). Allein dieses halte ich für sehr unwahrscheinlich bei einer Handlung, die gar keinen selbstständigen Zweck hatte, sondern lediglich dazu bestimmt war, von alten Gerichtsakten beglaubigte Abschrift mitzutheilen. Wozu nun diese völlig unnütze Häufung von Duplikaten in der Registratur des Gerichts? Offenbar ist es natürlicher anzunehmen, daſs damals nichts als dieses Eine Exemplar niedergeschrieben, und daſs eben dieses der Kirche überliefert wurde, gerade wie wenn noch jetzt von einem gerichtlichen Aktenstück eine beglaubigte Abschrift hinausgegeben wird. Das *edantur* und *edidi* geht

*) *Marini p.* 248.

**) *Marini l. c. p.* 256. *not.* 69.

also nicht auf Abfassung einer Abschrift, sondern auf Mittheilung des Protokolls durch Ueberlieferung des gegenwärtigen Exemplars selbst.

Etwas zweifelhaft sind die Personen, vor welchen die ganze Handlung vorgeht. Sie werden am Schluſs kurz hinter einander zweimal aufgeführt. Zuerst: *Fl. Aurelianus vir gl. el. o.* (*gloriosissimus electissimus optimus*) *et it. Petrus Taurinus et Johannis d.*; nachher: *Fl. Marianus Michaelius Gabrielius Petrus Johannis Narses Aurelianus Limenius Stefanus Aurelianus vir gl. e. et o. et it. Petrus Taurinus Johannes d.* Daſs die Benediktiner aus der vielnamigten Person viele Personen gemacht haben, ist von Marini mit Recht gerügt worden; er selbst aber nimmt nur zwei Personen an, weil nur zweimal *edantur* unter der Urkunde steht. Dadurch ist er genöthigt, in der angegebenen ersten Stelle das *Petrus Taurinus et Johannis* zu erklären durch *qui et Johannes* *), als ob es nur Eine Person wäre, was aber sehr hart ist, und wofür er selbst kein anderes Beispiel anführen kann. Weit natürlicher scheint folgendes: Sehr häufig erscheinen in der Curie Defensoren und Magistrate neben einander, in welchem Fall zwar immer der Defensor zuerst genannt wird, die Magistrate aber, als die eigentlichen Häupter der Curie, dennoch die wahren handelnden und verfügenden Personen sind. So scheint es denn auch hier, daſs der Vielnamigte ein Defensor ist, auſser diesem aber zwei Magistrate genannt sind, von welchen beiden (und nicht zugleich vom Defensor) am Ende das *edantur* eigenhändig unterschrieben wurde. Ein besonderer Grund dafür liegt noch darin, daſs der Vielnamigte besondere Ehrentitel führt (*gl. el. o.*), welche bei den folgenden Namen fehlen, was sich bei völlig gleichem Amt kaum denken lieſse. Eben darauf deutet auch das den letzten Namen vorangesetzte *et it.*, wovon hier überhaupt noch einiges hinzuzufügen ist.

Diese Formel nämlich kommt in unsrer und in anderen gleichzeitigen Urkunden ungemein häufig vor bei Erwähnung der Magistrate, z. B. in unsrer Urkunde: *Def. Ql. et iter. Mag. d.* (*dixerunt*) **): nie bei einem Defensor oder einem Quinquennalis. Marini erklärt den Ausdruck, so wie in der altrömischen Staatssprache, von einer zweiten Bekleidung derselben

*) *Marini l. c. p.* 254. 256. *not.* 60. 66.

**) *Col.* 6. *lin.* 11.



ben Magistratur *): aber wie unwahrscheinlich, daſs so sehr viele in den Urkunden genannte Magistrate ihr Amt gerade zum zweitenmal geführt haben sollten, und keiner zum drittenmal! Dazu kommt der merkwürdige Umstand, daſs sehr häufig (so wie bei unsren Unterschriften) den Defensoren u. s. w. Ehrentitel beigelegt werden, den Magistraten niemals. Es scheint daher in dem *et iterum* etwas zu liegen, was in den Urkunden ganz eigenthümlich den Duumvirn angehört, und was zugleich bei ihnen die Stelle der Ehrentitel vertritt. Erwägt man nun, daſs bei allen solchen gerichtlichen Handlungen die Magistrate oder Duumvirn die eigentlichen Hauptpersonen waren, und daſs in den Städten, welche Duumvirn hatten, ihre Gegenwart zu solchen Geschäften durchaus nothwendig war, so ist Folgendes sehr wahrscheinlich. Im Eingang jedes Protokolls waren ohne Zweifel die gegenwärtigen Duumvirn ausführlich mit allen ihren Namen und Ehrentiteln aufgeführt. Damit begnügte man sich aber, nannte sie im Context schlechtweg *Magistratus*, und setzte nur gleichsam als eine Abbreviatur und als Verweisung auf die im Eingang stehenden Titel das *et iterum* vor. Nimmt man diese Erklärung an, so ist auch in unseren Unterschriften das *et it.* sehr passend und zugleich eine Bestätigung unsrer Erklärung jener Unterschriften; nämlich die Worte „*et it. Petrus*" u. s. w. heiſsen nun: „und dann wiederum die im Eingang als *Magistratus* erwähnten" etc. Marini, der bloſs an eine zweite Magistratur denkt, findet natürlich das *et it.* ohne *Magistratus* sehr anstöſsig, und emendirt deshalb mit unbegreiflicher Willkühr und ohne anderes Motiv, als dieses sein Bedürfniſs, in beiden Stellen *et Fl.* (*et Flavius*) **).

Ueber die eigentliche Bestimmung unsrer Urkunde sind die Benediktiner in die gröſste Verwirrung gerathen. Sie beziehen nämlich die ganze Handlung auf eine Insinuation der Testamente, die auf ganz unbegreifliche Weise nach dem Tode geschehen seyn soll, und wovon sie seltsamerweise, um die Mannigfaltigkeit der vorkommenden Magistrate zu erklären, behaupten, daſs diese Insinuation vor ein anderes Tribunal gehört habe, als die Eröffnung; ein anderesmal scheinen sie anzunehmen, sämmtliche Testamente seyen erst jetzt, und alle zugleich, eröffnet worden ***), was also bei einigen hundert Jahre nach ihrer Abfassung statt gefunden haben müſste!

*) *Marini l. c. p.* 250. *not.* 12. *p.* 254. *not.* 60.

**) *Marini l. c. p.* 254. *not.* 60.

***) *Nouveau traité de dipl. T.* 4. *p.* 747. *T.* 5. *p.* 631.

Marini erhält sich frei von dieser groben Verwirrung, und bestimmt besonders den unmittelbaren Zweck der gegenwärtigen Handlung richtig; darin aber hat auch er die Sache verwirrt, daſs er stets von insinuirten Testamenten spricht, und daſs er an sehr bekannte Stellen aus Marculf erinnert, die mit der unsrigen, wie er glaubt, gleiche Bedeutung haben *). Allein nach dem, was oben über die Formen der Testamente bemerkt worden ist, kann hier durchaus von keinem insinuirten oder öffentlichen Testamente die Rede seyn, d. h. von keinem solchen, welches durch Insinuation vor der Curie Kraft und Gültigkeit erhalten hätte. Vielmehr sind es insgesammt Privattestamente, die durch Zeugen und ohne alles Gericht Gültigkeit erhalten hatten, und die erst nach dem Tode des Testators der Eröffnung wegen in die Curie gebracht wurden. Marculf dagegen giebt in den erwähnten Stellen Formeln an für die Insinuation von Testamenten, und hat daher mit dem Inhalt unsrer Urkunde gar keinen Zusammenhang.

*) *Marini l. c. p. 248. 249. 252. not. 34.*

Der hier folgende Abdruck der Urkunde ist ohne Veränderung aus Marini genommen. Die cursiv gedruckten Stellen sind von den Herausgebern ergänzt. Die Erklärungen und Verbesserungen in den untergesetzten Noten rühren meist von Marini her.

Columna I.

et it. Magistratibus praesentibus . . o . . c . . Johanne Aurelio Verino Hernilio Bono *Principalibus* . .

completam atque signatam a testibus mihi credidit commendandam . . ut si signaculum et superscriptionem suam recognoscunt *singuli* (absque sui injuria)

dignentur edicere tum eam resignari praecipiatis linum incidi aperiri et per ordinem recitari faciatis quo voluntas defuncti possit *agnosci* . . .

5 *Suscipiatur carta testamenti quae offertur* et testibus praesentibus ostendatur ut si signacula *vel superscriptiones suas recognoscunt singuli edicere non morentur cumque*

suscepta f [1]) et testibus praesentibus esset ostensa . . .

signaculum meum et infra subscripsi Caesonius ud [2]) d. [3]) Manifestum est me interfuisse . . .

et superscribtionem meam sed et infra subscripsi. Elius Johannis . . .

nec non et intrensicus subscripsi Marcianus virst. [4]) d. [3]) Cum *aliis* . .

10 infra subscribsi Petrus u. h. [5]) d. [3]) in hoc testamento interfui in quo *agnosco* . . . .

in hac voluntate interfui in sua agnosco signaculum *anuli mei* . . . .

*et super*scribtionem in hoc testamento infixum vidimus . . . . . .

. . . .

. . . .

Columna II.

. . . . ex nam in cpo sanus sana mente integroque consilio . . . .

qui subscripturi vel signaturi sunt in hac cartula testamentum . . . .

manu mea subscribsi claudi signarique praecipi quod testamentum *meum si quo casu jure civili aut praetorio valere non poterit tunc ab intestato*

1) fuisset
2) vir devotus
3) dixit
4) vir strenuus
5) vir honestus

vice codicellorum meorum valere illud volo hac valeat ratum*que sit* . . . .
5 *fidei committo* et quod cuique hoc testamento meo dedero legavero darive jussero . . .
liveros liverasve esse jussero vel volvero liveri liveraevae sint totae
. . et iterum Mag [6]) praesentibus . . . . o Victore Elio Johanne Fl. Projecto et Melminio . . . .
. . *com*pletam atque signatam a testibus mihi credidit commenda*ndam competenti officio suscipi jubeatis et testibus praesentibus ostendi ut si signacula et superscribtiones* suas recognoscunt dignentur edicere deinde ipsam
10 *resignari praecipiatis linum incidi aperiri et per ordinem recitari faciatis quo defuncti voluntas possit agnosei* . . . . trianus Ql. [7]) et iterum Mag [8]) d. [9]) Suscipiatur carta testamenti *quae offertur praesentibus ostendatur ut si signacula vel*
superscribtiones suas recognoscunt dignentur edicere Fl. Gaudentius u c [10]) d. [9]) In hoc testamento inter*fui agnosco signaculum anuli et superscribtionem meam* . . .
in hac voluntate interfuisse in qua agnosco signaculum anuli mei *et superscribtionem* . . . .
. . signaculum superscribtionem meam et intrensicus subscribsi . . . .
14 in hoc testamento . . . .

Columna III.

. . *super*scribtionem meam et infra subscribsi Ql. [7]) et iterum Mag. [8]) d. [9]) quid de alios testes cujus signacula vel superscribtiones in hoc testamento infixa vidimus
Fl. Apollinaris et Fl. Constantius vv. dd. [11]) d. [9]) Constat Petrum et Desiderium pariter una nobiscum in hoc testamento interfuisse cujus signacula vel *superscribtiones agnoscimus sed nunc*
Civitate absentes sunt Ql. [7]) et iterum Mag [8]) d. [9]) Quoniam de agnitis signaculis vel superscribtionibus Testium responsio patefecit nunc carta testamenti *resignetur linum incidatur aperiatur*

6) Magistratus: nämlich: apud N. N. magistratus, praesentibus Victore Elio etc. principalibus. Marini hat stets falsch ergänzt *Magistratibus*, wie auch hier, wo Marini's Text ganz rein beibehalten werden sollte, abgedruckt ist.

7) Quinquennalis

8) Magistratus

9) dixerunt

10) vir clarissimus

11) viri devoti

et per ordinem recitetur et inciso lino ex off. recit. [12]) est Fl. Basilio jun vc. [13]) Consul s. d. [14]) VII. Cal Januariar. in Classe castris praetorio Rav ego Colonicus v. r. [15]) Diaconus . . . .

5 graviter tedians cogitans humanae conditionis casus ne ut adsolit repentina morte praeveniar conrogatis mihi testibus numero competenti sub . . . testamentum

feci idque et manu mea olographa subscribsi et valere jussi Quod si quo casu jure civili aut praetorio hoc testamentum meum valere non potuerit etiam tanquam *ab intestato vice codicellorum*

meorum in perpetuum valere volo ratamque hanc voluntatem meam esse jubeo si qui mihi haeredes erit heredisve erunt hujus ego fidei vel horum omnia conmitto cui quod *hoc testamento dedero legavero darive jussero*

id ut praestitetur quos quasque liberos liberevae esse jussero hii omnes liberi liberevae sint totae. Leone jun pp Aug. s. d. prid. nonar. Novembr. Rav. apud Pompu*lium* . . . .

et iterum Magistratibus [6]) *praesentibus* Aelio Marino Commodiano jun. Tremodio Victore Popilio Calomnioso et Melminio Cassiano Principalibus Pascasia h. f. [16]) d. [3]) Offero carta testamenti . . . .

10 eam suscipi jubeatis testibus praesentibus ostendi ut si signacula vel superscribtiones suas recognoscunt dignentur edicere eam resignari praecipiatis *linum incidi aperiri et per ordinem recitari faciatis quo voluntas defuncti possit agnosci* . . . .

*Pom*pulius Projecticius jun. et Fl. Projectus Mag. [8]) d. [9]) suscipiatur carta testamenti quae offertur testibus praesentibus ostendatur ut si signacula vel superscriptiones *suas recognoscunt* . . . .

Cumq. carta testamenti suscepta f. [1]) et testibus ostensa Fl. Bonifacius v. d. [2]) Apparitur in bpo. d. [3]) In hoc testamento interfui agnosco signaculum et superscribtionem meam . . . . *Heraclius* . . . . *dixit*

12) ex officio recitatum
13) viro clarissimo
14) sub die
15) vir reverendus
16) honesta foemina

Ego in hoc testamento interfui agnosco anuli ei signaculum superscribtionem meam sed et infra subscribsi Fl Probacius v. d. [2]) Apparitor Sedis ss. [17]) d. [3]) In hac voluntate interfui agnosco . . . .

14 intrensicus subscribsi. Et iterum Mag. [8]) d. [9]) quid *et de aliis testibus quorum* signacula hoc testamento infixa *vidimus* Fl. Bonifacius Proba*tius* Heraclius uuu. ddd. [11]) d. [9]) Constat una nobiscum Simplicium . . . . .

Columna IV.

qui mortuus est Exuperium v. d. Pamonium v. d. et Georgio viro devoto qui absentes sunt in hoc testamento interfuisse quorum signacula et superscribtiones recognoscimus

Mag. d. Quoniam de agnitis signaculis vel superscribtionibus testium responsio patefecit nunc carta testamenti resignetur linum incidatur ape*riatur et* per ordinem recite*tur*

et inciso lino ex off. recit. est. Fl. Constantius v. h. [5]) Tinct. publicus procedens sanus sana mente integroque consilio cogitans conditiones humanas et repentini casus praesenti

bus testibus numero competenti in hac cartula testamentum feci idque scribendum dictavi Domitio Johanni For. cuique litteras ignorans subter manu propria signum feci

5 quod testamentum meum si quo casu vel civili vel praetorio vel alia quaelibet juris ratione valere non potuerit etiam ab intestato vice codicellorum meorum valere illud

volo hac valeat ratamque hanc voluntatem meam esse cupio et jubeo Pascasia h. f. [16]) jugali Valerio v. c. Consul. s. d. III. Nonar. juniar. apud Fl. Forianum v. l. [18]) ag. v. [19]) Severi filii sui v. l.

et iterum Mag. [20]) praesentibus Firmano Urso v. l. Melminio Tranquillo v. l. pro Johanne filio Studentio v. l. Pompulio Severo v. l. pro Melminio Cassiano jun. Principalibus Seve

17) suprascriptae
18) virum laudabilem
19) agentem vices
20) Severi filii sui viri laudabilis et iterum Magistratus

rus v. s. 4) d. ante hoc v. v. sanctus ac veneravilis Aurelianus Epis.
sanctae Ecclesiae catolice Ravennatis dum ultimis urgueretur condidit
cartulam suae voluntatis quam a se

vel a testibus completam atque signatam praesentibus hisdem testibus
mihi credidit commendandam quamquae prae manibus gero peto
lav. [21]) ut eandem competenti

10 officio suscipi jubeatis et ostendi ut si signacula vel superscriptiones suas
recognoscunt singuli absque sui injuria edicere dignentur deinde eam
resignari praecipiatis linum incidi

aperiri et per ordinem recitari faciatis qua defuncti voluntas possit agnosci.
Fl. Florianus v. l. ag. v. Severi filii sui v. l. et iterum Mag. d. Sus-
cipiatur carta testamenti quae offertur et testes

praesentes ostendatur. *Ut carta* testamenti suscepta f. 4) et testes prae-
sentes ostensa Probinus v. s. 4) d. Constat me in hoc testamento in-
terfuisse in quo agnosco signaculum anuli mei super

scriptionem memet infra sub*scripsi*. Severus v. s. 4) d. Et me certum
est in hoc interfuisse testamento in quo agnosco anuli mei signacu-
lum quam superscribtionem meam memet infra suscripsi. Amatius
v. d. d. . . . . que . . . c . . .

14 . . *in hac* voluntate interfuisse in qua agnosco anuli mei signaculum
qu*am* *super*scribtionem meam sed et intrensicus suscribsi. Flavianus
v. d. d. Manifestum est

Columna V.

me cum aliis viris in hac voluntate interfuisse in qua agnosco superscrib-
tionem meam anuli mei signaculum et infra suscripsi Constantius v.
d. d. In hoc tes

tamento et me certum est interfuisse in quo agnosco anuli mei signacu-
lum superscribtionem meam et infra suscribsi Pompulius Severus ud.
d. cum su

21) laudabilitatem vestram



praescribtis viris in hoc testamento pariter interfui in quo agnosco anuli mei signaculum sed et intrensicus subscribsi. Ag. ū. ū. l. et iterum Mag. d. quid de alio teste cu

jus signaculum vel superscriptionem imprexum vidimus Probinus et Severus vv. ss. [22] Amatius Flavianus et Constantius uuu. ddd. [11]) sed et Severus v. l. [23]) d. [9]) Constat

5 Petrum ū. d. una nobiscum in hoc interfuisse testamento in quo agnoscimus anuli ejus signacula superscribtionem sed nunc absens est. Ag. ū. et iterum Mag d.

Quoniam de agnitis signaculis vel superscribtionibus testium responsio patefecit nunc carta testamenti resignetur linum incidatur aperiatur et per ordinem recitetur.

Et incoso lino ex off. recit. est. Caelius Aurelianus v. v. [24]) Epis. sanctae Ecclesiae et catolicae Ravennatis cogitans casus fragilitatis humanae sana mente sano

que consilio hoc testamentum meum Agnello v. h. For. [25]) scribendum dictavi propria manu suscripturus cum testibus conrogatis numero competenti quod si jure

civili vel praetorio aut cujuslibet novellae legis interventum forsitan valere nequiverit ab intestato vice codicellorum meorum valere volo quod cuique

10 hoc testamento dedero legavero darivae jussero sive constituero id ut detur fiat fidei haeredes meae committo quos quas liberos liberas esse jussero ac voluero

liberi liberique sint. Te itaque sanctam Ecclesiam catolicam Ravennatem in cujus servitio crevi heredem mihi ex axe esse jubeo ac volo Undecies p. c. Basilii jun. v. c. s. d. id. Januar

Rav.

22) viri strenui

23) vir laudabilis

24) vir venerandus

25) viro honesto Forensi



Rav. apud Melminium Andream v. c. Def. Civ. Rav. [26]) et Pompulium
Bonifacium v. l. et iterum Mag. praesentibus Melminiis Cassiano
v. c. Bonifacio Theodosio et Plauto
Pompulio vv. ll. Ammonius v. c. rg. d. Dum Georgius v. d. olm. a
Olosiricoprata Civ. Rav. suam conderit voluntatem suscriptam testibus atque signatam mihi eam coram ipsis
14 . . credidit *commendandam* est cujus b. oe . . . et . . . esse . . . am
. . . ci prae manibus gere a . . . cois . . . n optimi Def . . . elec-
tissimi Mag. ut eandem a com

Columna VI.

petenti officio suscipi jubeatis et testibus praesentibus ostendi ut si signacula vel superscribtiones suas recognoscunt singuli edicere non morentur tunc
demum ipsam cartulam testamenti resignari praecipiatis linum incidi aperiri et per ordinem recitari faciatis ut intrensicus possit agnosci voluntas defuncti
Melminius Andreas v. c. Def. Civ. Rav. et Pompulius Bonifacius v. l. [27])
et iterum Mag. d. Primitus suscipiatur carta testamenti quae offertur
ostendatur Ut carta testamenti suscepta f. [1]) et testibus praesentibus
ostensa Johannis v. c. Proemptor d. in hac voluntatem interfui in
qua *agnosco anuli*
5 mei signaculum quam superscribtionem meam et infra suscribsi. Vitalis v. c. rg. d. Et ego interfui huic huic testamento in quo agnosco
mei anuli signaculum quam
superscribtionem meam et infra suscribsi Theodolus v. c. Olosiricoprata
d. Pleriquae et ego interfui in hac voluntate in qua agnosco anuli
mei signaculum super
scriptionem meam graecis litteris et infra suscribsi. Ammonius v. c. rg.
d. Manifestissimae et ego interfui in hoc testamentum in quo agnosco
mei *anuli signaculum*

26) virum clarissimum Defensorem Civitatis Ravennatis.

27) *Wahrscheinlich muss hier emendirt werden:* Qh, *vgl.* Col. 6. lin. 11.

quam superscribtionem meam nec non et intrensicus suscribsi. Laurentius v. h. Gunthar d. et ego cum ante vocatis viris interfui huic voluntati in *qua agnosco anuli*

mei signaculum quam superscribtionem meam sed et intrensicus suscribsi. Georgius v. c. rg. d. Et me constat una cum supradictis viris interfuisse huic testamento in quo

10 agnosco mei anuli signaculum superscribtionem meam verum etiam et infra suscribsi. Theodorus v. h. rg. d. Certum est me cum suprascribtis viris interfuisse in hac voluntate

in qua agnosco anuli mei signaculum quam superscribtionem meam quique et intrensicus suscribsi. Def. Ql. [7]) et iter. Mag d. Quoniam de agnitis signaculis vel superscribti

onibus testium responsio patefecit nunc carta testamenti resignetur linum incidatur aperiatur et per ordinem recitetur et inciso lino ex uff. reo. est Imp Dn Justiniano pp Aug

ann XXV undecies p. c. Basili iun v. c. s. d. III Nonar. Januariar. indict. quinta dec. Rav. Providae suae disponet arbitrium qui mentes sui corporis integritate consistens voluntatis suae arcana prodederit *nam propter* aegritudinem morbis mens solidum non potest habere

14 Judicium itaque ego Georgius v. d. Olosiricoprata civ. Rav. fil. v. d. Juliani de Civ. Anthiocia sanam habens mentem sed et

Columna VIII.

linguam vel sensum gravi egritudine detentus agnoscens tam in omnibus introeuntes et exeuntes ad meam visitationem metuens emergentes casus humanos timens ne me in

ordinatom occupet mors hoc meae voluntatis condidi testamentum quem etiam Deuscdedit For. Civ. Classis Rav. Noto amico quoque meo scribendum dictavi in quo subter postequam

ad singula quae jussi scribsi ab eodem scribtorem mihi relicta fuissent diligenter intelligens faciente nequissima egritudine podagrae quia suscribere non potui signum tamen

beatae crucis ut potui coram testibus inpressi testium quoque rogatorum numero competenti ad hanc tantum causa scientium quur venirent uno tempore et uno eque in loco sub meo

9 sui visione conspectuum subscriptionibus signaculisque firmam quem
claudi signarique praecipi et valere jussi quod testamentum meum si
quo casu jure civili seu praetorio vel novel
larum legum aut nuper datarum vel alia qualibet juris ratione valere
niquiverit etiam ab intestato vice codicellorum meorum valere volo
hoc jubeo praemisso in omnibus capitu
generari [28]) quam ratam firmam stabilemque ac voluntatem meam in
perpetuo in omnibus esse praecipio quisquis mihi heredes erit here-
disve erunt ego eorum omnia fidei comitto
quod cuique hoc testamentum meum dedero legavero darive jussero fieri
mandavero fideivae conmisero ut id ut detur fiat praestitur fidei he-
redum meorum conmitto
quoscunque autem liberos esse jussero vel volvero hii liberi sint toti
fiantque si quos codicellos in carta membrana aliavae qua materia
conscribturus reliquero satis firmi

10 stabilisque sint totae eosque perpetuam optinere desidero et de legibus
firmitatem Te itaque sanctam catholicam matrem Rav. Ecclesiam in
qua omnes Populus cristianus exorat
remedia peccatorum ~~in decem unciis substantiae~~ meae heredem constituo

Fl. Aurelianus Vir gl. el. o. [29]) et it. Petrus Taurinus et
Johannis d. Quae lecta sunt gesta
suscipiant quid autem aliud adstantes Defensores fieri de-
siderant

Columna VIII.

Domesticus Primicerius Notariorum et Thomas Secundocirius idem Notariorum una cum Cypriano et Thomate Defensoribus Ecclesiae sanctae catholicae Ravennatis per unum ex se Thomatem Secundocirium d. Gratias agimus gloriosae Potestati quia petitionem nostram ad effectum congruum per duxistis nunc petimus ut ex his quae acta sunt gesta nobis edi propitii censeatis

28) leg. *capite generali.* Vergl. L. 54. §. 6. D. de leg. II. L. 40. §. 1. D. de leg. III. Cujacius observ. lib. 23. cap. 9.

29) gloriosissimus electissimus optimus.

Fl. Marianus Michaelius Gabrielius Petrus Johannis Narses Aurelianus Limenius Stefanus Aurelianus Vir. gl. e. et o. [29]**) et it. Petrus Taurinus Johannes d. Gesta**

vobis lex [30]**) his quae acta sunt competens ex more edere curavit** [31]**) officium.**

*** Edantur Edantur**

Fl. Severus Except. pro Bonila Praerogativario edidi

30) ex

31) curabit

Ueber
die Laurischen Silberbergwerke in Attika.

Von Herrn Böckh *).

Unter den vielfältigen Segnungen, womit die Götter den geliebten Wohnsitz der Pallas ausgestattet hatten, räumen wir jener Silberquelle, dem Schatz der Erde, wie Aeschylos [1]) sagt, ohne Bedenken eine ausgezeichnete Stelle ein [2]), wenn wir die Vortheile erwägen, welche daraus für Athen erwuchsen. Durch sie erwarben viele Privatleute einen verhältnissmäfsig beträchtlichen Reichthum; durch sie ernährte man eine bedeutende Anzahl Sklaven, welche nöthigenfalls zur Bemannung einer ansehnlichen Flotte brauchbar waren [3]); durch sie gewann der Staat Einkünfte, welche, weil niemand darunter leidet, ein alter Schriftsteller [4]) sehr richtig die schönsten der politischen Staatswirthschaft nennt. Aufser der glücklichen Lage des Landes, der Freiheit der Verfassung und der geistigen Ueberlegenheit der Einwohner hat vielleicht kein einzelner Umstand zur Blüthe des Staates mehr beigetragen, als diese Bergwerke. Athens Macht beruhte in seinen Kriegsschiffen, sein Wohlstand auf dem Handel: aus den Silberminen gründete Themistokles zuerst die Seemacht der Athener, und nichts wirkte günstiger auf

*) Vorgelesen den 23. Febr. 1815 und 27. Juli 1815, und auszugsweise in der öffentlichen Sitzung am 24. Jan. 1816.

1) Perser 235.

2) Vergl. Xenoph. vom Einkommen 1, 1.

3) Vgl. Xenoph. a. a. O 4, 42.

4) Der Verfasser der Einleitung zum sogenannten zweiten Buche der Aristotelischen Oekonomik, über welches s. J. A. L. Z. Ergänzungsbl. 1810. St. 10. und Schneiders Vorrede.

ihren Verkehr als ihr feines Silbergeld, welches, während viele Hellenische Staaten eine mit unedlem Metall stark vermischte, im Ausland verlierende Münze prägten, überall mit Gewinn umgesetzt wurde [5]): eine weise Einrichtung, die ohne Zweifel durch den Besitz des Silbers in den eigenen Gränzen zunächst veranlaſst war.

Der Berg oder vielmehr Hügel, wo die Silbergruben sich befanden, wird Laurion oder Laureion, niemals Lauron genannt, die Bergwerke selbst Laureia oder Lauria, und die Gegend Lauriotike [6]). Die Höhe ist unbeträchtlich. Attika wird vom Hymettos herab gegen Sunion niedriger; und wo von den Bergen dieses Landes gesprochen wird, findet man wohl den Brilessos, Lykabettos, Parnes, Korydallos, Hymettos, Anchesmos und andere genannt [7]), aber nirgends Laurion, ungeachtet letzteres keinem der andern an Merkwürdigkeit nachsteht. Hobhouse [8]) beschreibt die Gegend von Laurion als hohe und abschüssige Hügel, bedeckt mit Fichten und reich an Marmor, und schon Stuart erkannte in Legrina und Lagriona, nahe bei Sunion, den Namen Laurion, der sich auſserdem in dem Namen Lauronoris, Mauronoris, Mauronorise (Λαύριον ὄρος) deutlich erhalten hat: nach seiner Angabe ein unebner Gebirgsstrich voll ausgeschöpfter Minen und Schlacken, der sich von Porto Raphti bis Legrina erstreckt, und dort das Mauronise genannte Vorgebirge bildet. Der höchste Theil ist, wie es scheint, näher

5) Xenoph. a. a. O. 1, 3. Vgl. Aristophanes Frösche 730 – 736. Polybios XX, 15, 26.

6) Λαύρειον u. Λαύριον, beides mit oder ohne ὄρος, wird häufig gefunden, jenes bei Thukyd. II, 55. wo s. die Ausleger, Pausanias I, 1. Schol. Aristoph. Ritter 361. Suidas in γλαῦξ ἵπταται, Hesychios in γλαῦκες Λαυρειωτικαί, Schol. Aeschyl. Pers. 237. Libanios XX. dieses bei Herodot VII, 144. Andokides von den Myst. S. 19. 20. wo falsch betont Λαυρείου steht (eine Handschrift hat jedoch in beiden Stellen I statt EI). Bei Thukyd. VI, 91. schwankt die Lesart in den Handschriften. Die erstere Schreibart, welche man anzweifeln könnte, wird gesichert durch das abgeleitete Λαυρειωτικός, mit kurzem Jota bei Aristoph. Vögel 1106. Λαυρειωτικὴ von der Gegend sagt Plutarch im Nikias 4. wo Reiske falsch Λαυριωτική will. Λαύρεια von den Bergwerken findet sich bei Hesychios, folglich war auch Λαύρια vorhanden: aber daſs Λαῦρον statt Λαύριον gesagt wurde, kann man demselben (in Λαῦρον) nicht glauben.

7) Strabo IX. S. 275. (Ausg. d. Casaub. 1587.) Pausan. I, 32. Plinius N. G. IV, 11. u. andere mehr.

8) Reise durch Albanien u. s. w. Bd. I. S. 417. Man könnte hieraus schlieſsen, daſs das Silbererz in Marmor brach: allein ich möchte darauf wenig geben: die nachher berührte Stelle von Stuart ist Ath. Ant. Bd. III. S. XIII. Vgl. die Anm. 16. angeführte Stelle der *Unedited antiquities of Attica.*

an der Südwestküste, wie die Karten auch annehmen; denn nach Pausanias, im Anfange seines Werkes, erscheint dieser Berg den von Sunion nach dem Piräeus schiffenden in der Gegend der wüsten Insel des Patroklos: die Silbergruben aber erstreckten sich von Küste zu Küste in einem Strich von ungefähr sechzig Stadien oder anderthalb deutschen Meilen, von Anaphlystos im Südwest bis Thorikos am nordöstlichen Meer [9]): die Ausdehnung nach Sunion herab und aufwärts gegen den Hymettos ist unbekannt. In Xenophons Zeitalter erweiterte man den Bezirk des Bergbaues immer noch, indem sich neue silberhaltige Orte fanden [10]): aber in keines der angränzenden Gebiete, weder im Meere noch auf dem festen Lande, ging eine einzige Silberader hinüber; nur Attika hatte diesen göttlichen Segen empfangen [11]). Bei der ansehnlichen Bevölkerung dieses Landes mufste vorzüglich die Gegend der Bergwerke sehr menschenreich seyn, und mehrere Ortschaften einschliefsen, welche den Arbeitern zur Wohnung dienten: nach diesen konnte die Lage der Gruben näher bezeichnet werden. Laurion selbst ist zwar weder ein Hafen, wie Meletios in seiner Geographie und Lauremberg auf einer alten, jetzo unbrauchbaren Karte angiebt [12]), noch ein Gau (δῆμος), welches Corsini gegen Meursius und Spon richtig bemerkt hat [13]); aber wenn die Grammatiker [14]) es einen Ort in Attika nennen, so ist darunter wahrscheinlich nicht allein der Berg des Namens zu verstehn, sondern theils mögen öffentliche Gebäude an einer gewissen Stelle

9) Xenoph. a. a. O. 4, 44. In einem Briefe von Franz Vernon, welcher Griechenland besucht hatte, aus den *Philosophical transactions* von Spon übersetzt (Reisen Bd. IV. S. 301.), findet sich die Bemerkung, der Verfasser habe zwischen Phaleron und Sunion eine Insel gesehn, *Phlebes* (Φλέβες) genannt, woselbst die Athener einst Minen gehabt. Damit man nicht hiebei an einen Ort bei Anaphlystos denke, wo die Adern auf eine Insel herübergelaufen wären, bemerke ich, dafs *La Phlega* (Wheler Reise S. 424 d. Engl. Ausg.) gemeint ist, welche weiter nordwärts bei Zoster lag, unweit des Phalerischen Hafens, und nach Wheler Strabo's Phaura ist, wie die Lage zeigt. Erz möchte aber dort nicht gewesen seyn, eher Salz.

10) Ebendas. 4, 3.

11) Ebendas. 1, 5.

12) Melet. Geogr. S. 349 der alten Ausgabe, Lauremberg *Graecia antiqua* p. 25. im Gronovischen *Thes. A. Gr.* Bd. IV.

13) Meursius *de pop. et pag.* Spon Reise Bd. III. Th. II. S. 153. *Corsini F. A.* Bd. I. S. 248. Schon Sigonius, der überall Verstand zeigt, obgleich er viele Untersuchungen unvollendet läfst, liefs Laurion im Verzeichnifs der Gaue aus.

14) Suidas und Photios.

angelegt, theils andere Häuser und Hüttenwerke daselbst befindlich gewesen seyn, welche die Ortschaft Laurion ausmachten. Anaphlystos ist einer der vorzüglichsten Gaue: Thorikos war ehemals eine der unabhängigen Zwölfstädte, nachher ein Gau, wird aber noch von Hekatäos und andern Spätern eine Stadt genannt, in Mela's Zeitalter nur ein Name, indem es nach Chandlers wahrscheinlicher Muthmaſsung zugleich mit dem Bergbau sank. Leroy, von widrigen Winden getrieben, lief im Jahr 1754 in einem Hafen ein bei einem Orte, welcher ihm noch Thorikos genannt wurde; er beschreibt ihn als gelegen in einer mit Hügeln begränzten Ebene, über welchen südlich, nach unsern Karten im Südwest, ein Berg hervorragt, den er für Laurion erkannte [15]). Chandler hingegen hält das jetzige Kerateia, das Meletios ein Dorf (κώμη) nennt, und welches nach Hobhouse ungefähr zweihundert und funfzig Häuser zählt, für Thorikos, ohne dort gewesen zu seyn. Wheler, der eine andere Meinung aufstellte, hatte Kerateia besucht, eine Stadt, welche funfzig bis sechzig Jahre vor seiner Ankunft, ehe sie von Corsaren verwüstet ward, nicht unbedeutend und im Besitz besonderer Vorrechte gewesen seyn soll; aber dieses kann Thorikos der Lage nach nicht seyn. Nur durch einen groben Irrthum konnte Spon das heutige Porto Raphti für das alte Thorikos halten: vielmehr ist die in den neuern englischen Schriftstellern seit Stuart vorkommende Angabe, daſs der noch jetzo Theriko genannte, anderthalb Stunden südöstlich von Kerateia gelegene Hafen Thorikos war, zumal nach der Herausgabe der Ueberreste desselben, unzweifelhaft [16]). Die Gegend dabei wird als ein besonderer Bezirk der Bergwerke genannt [17]). Aeschines der Redner erwähnt auch eine Werkstätte in den Silbergruben von Aulon: welcher Ort den Namen hatte, weil er kanalähnlich ein langgestrecktes und enges Thal bildete [18]); ob mit

Woh-

15) Strabo IX. S. 274. Hekatäos beim Stephanos von Byzanz in Θορικός, Plinius N. G. IV, 11. Mela II, 3. IV, 7. Wheler Reise S. 448. Engl. Ausg. Chandler Reise C. 33. Leroy *les plus beaux monumens de la Grece*, 2. Ausg. Bd. 1. S. 3. Die meisten Stellen über Thorikos hat Meursius (*de pop. et pag.*) gesammelt; vgl. Ducker zum Thukyd. VIII, 95.

16) Spon Reisen Bd III. Th. 11. S. 135. Stuart a. a. O. Hobhouse Reisen Bd. I. S. 411. 420. *The unedited Antiquities of Attica, comprising the architectural Remains of Eleusis, Rhamnus, Suniam and Thoricus.* London 1817. S. 57.

17) Plinius XXXVII, 5. Schol. Aeschyl. a. a. O.

18) Aeschines gegen Timarch S. 121. Suidas in αὐλῶνος. *Lex. Seg.* S. 206. Αὐλὼν τόπος τῆς Ἀττικῆς καλεῖται, ἐπειδὴ ἐπιμήκης καὶ στενὸς ὡς αὐλῷ ἐοικέναι.

Wohnungen, ist ungewiſs. Eine Grube bei Maroneia kommt im Demosthenes [19]) vor; die Gleichnamigkeit dieses Ortes mit dem Thrakischen Maroneia, der Pflanzstadt der Chier, ist entweder zufällig, oder durch Uebertragung der Benennung von Attika nach Chios, und daher nach Thrake entstanden, wogegen wenigstens der Weinheros Maron, welchen die Odyssee schon verherrlicht, und von welchem die Thrakische Stadt ihren Namen haben soll, keinen gegründeten Einwurf abgiebt. Werkstätten beim Thrasyllos werden von beiden ebengenannten Rednern angeführt; der Platz erhielt seine Benennung von einem Denkmal des Thrasyllos, wie Harpokration berichtet, und muſs im Bezirke von Maroneia gelegen haben, da bei Demosthenes das Bergwerk beim Thrasyllos nach dem Zusammenhange der Sache mit dem Maroneischen eins und dasselbe ist [20]). Endlich findet man auf mehreren Karten von Attika den Gau Besa in dem Striche der Bergwerke, mehr oder weniger in der Mitte zwischen Thorikos und Anaphlystos [21]): eine Ortbestimmung, welche aus einer Stelle des Xenophon entnommen ist. Nach diesem befanden sich nämlich an beiden Küsten Befestigungen in Thorykos und Amphlystos; wollte man aber auf dem höchsten Punkte „der Besa" ein drittes Werk anlegen, so würden durch dieses die beiden ersteren in Verbindung gesetzt werden, und bei Bemerkung feindlicher Angriffe könnte jeder aus den Bergwerken sich in einen der festen Orte leicht zurückziehn [22]). Die Worte des Schriftstellers sind allerdings

19) Gegen Pantänetos S. 967. 17. und daraus das Inhaltverzeichniſs dieser Rede, Harpokration Suidas, Photios und *Lex. Seg.* S. 279.

20) Aeschines a. a. O. nennt die Gegend *ἐπὶ Θρασύλλῳ*, Demosthenes a. a. O. S. 978. 29. *ἐπὶ Θρασύλλου*; Harpokration in *ἐπὶ Θρασύλλῳ* liest jedoch in letzterer Stelle gleichfalls *Θρασύλλῳ*, obgleich man der Erklärung *ἐπὶ τῷ Θρασύλλου μνήματι* folgend den Genitiv vorziehn möchte. Meursius *Lect. Att. V*, 30. will den Harpokration des Irrthums zeihen, indem er das Badehaus des Thrasyll für dasselbe mit diesem Denkmal erklärt; auſser dieser rein willkührlichen Annahme begeht er aber den Fehler, diesen Ort nach Amphitrope zu verlegen, wozu ihn die falsche, jetzo längst berichtigte Abtheilung der Worte bei Aeschines verleitete.

21) Wie schon auf der Karte von Philipp Argelatus bei Sigonius Werken Bd. V. und auf der Kitchinschen bei Chandlers Reisen.

22) Xenoph. a. a. O. 4, 43. ff. wovon ich diese Worte hersetzen will: *ἔστι μὲν γὰρ δήπου περὶ τὰ μέταλλα ἐν τῇ πρὸς μεσημβρίαν θαλάττῃ τεῖχος ἐν Ἀναφλύστῳ, ἔστι δὲ ἐν τῇ πρὸς ἄρκτον τεῖχος ἐν Θορικῷ· ἀπέχει δὲ ταῦτα ἀπ' ἀλλήλων ἀμφὶ τὰ ἑξήκοντα στάδια. εἰ οὖν καὶ ἐν μέσῳ τούτων γένοιτο ἐπὶ τῷ ὑψηλοτάτῳ Βήσσης τρίτον ἔρυμα, συνήκοι τ'* (nicht wie gewöhnlich *συνήκοιτ'*) *ἂν τὰ ἔργα εἰς ἓν ἐξ ἁπάντων τῶν τειχῶν καὶ εἴτι αἰσθάνοιτο πολεμικόν, βραχὺ ἂν εἴη ἑκάστῳ*

zu unklar, um einen sichern Schluſs darauf zu gründen, weil theils die Lesart nicht hinlänglich sicher, theils der Name Besa zweideutig ist: letzterer kann entweder Eigenname des Gaues seyn, oder eine mit Buschwerk bewachsene Niederung bezeichnen; unwahrscheinlich ist es jedoch keineswegs, daſs eben von dieser Beschaffenheit die Gegend den Namen Besa erhielt, und dieser Gau hier zu suchen sey, welchem bei Stuart auch der heutige Name Bessa entspricht. Uebrigens sind unter den Befestigungswerken keine lange Mauern, sondern Kastelle zu verstehn, wohin die Arbeiter sich zurückziehen können; der Zusammenhang, von welchem Xenophon spricht, entsteht durch das nahe Zusammenliegen der drei Plätze, von welchen aus die Zwischenräume beherrscht werden konnten. Die Werke bei Thorikos und Anaphlystos sind die Befestigungen dieser Ortschaften selbst, welche man zu Kastellen gemacht hatte, weil sie militärisch wichtig waren: Thorikos hatten die Athener im ersten Jahr der drei und neunzigsten Olympiade vielleicht mit einer Nebenrücksicht auf die Bergwerke in Vertheidigungsstand gesetzt [23]); daſs Anaphlystos ein Kastell (τεῖχος) war, bemerkt auch Skylax der Küstenbeschreiber; und nachdem bereits im vierten Jahr der ein und neunzigsten Olympiade Sunion zur Feste gemacht war [24]), deckten diese Orte gegen Angriffe von der Seeseite vollkommen. Einfälle vom festen Lande her, wogegen Xenophons neues Kastell berechnet ist, waren mit groſsen Schwierigkeiten verbunden, indem nach des kriegskundigen Schriftstellers Bemerkung die Feinde an der Hauptstadt vorbeiziehn müſsten: kleine Haufen aber könnten dieses nicht wagen ohne die Gefahr, von der Athenischen Reiterei und der streifenden jungen Mannschaft aufgerieben zu werden; und groſse Heere würden theils ihre eigene Heimath Preis geben, theils aus Mangel an Lebensmitteln sich nicht halten können: und würden sie

εἰς τὸ ἀσφαλὲς ἀποχωρῆσαι. Βήσσης hat zuerst Stephanus gesetzt; ist der Gau gemeint, so wäre ἐν Βήσῃ das natürlichste: wird bloſs eine bewachsene Niederung bezeichnet, so sollte man den Artikel τῆς βήσσης wünschen. Für den Gau entschied sich schon Valesius zum Harpokration in Βησαιεῖς. Strabo IX. S. 293. bemerkt, der Gau werde Βῆσα, nicht Βῆσσα geschrieben, welches die Inschriften bestätigen: aber ohne Zweifel schrieben die Alten ursprünglich auch das Appellativ eben so, und in den Eigennamen erhielt sich nur die alterthümliche Schreibart, während sie im andern bald verschwand. Schneider, dessen Ausgabe der Xenophontischen Schrift nach Abfassung dieser Abhandlung erschienen ist, hat Βήσης in den Text aufgenommen; Chandler und Hobhouse a. a. O. S. 420. nehmen die Erwähnung von Besa ebenfalls an.

23) Xenoph. Hellen. Gesch. I, 2, 2.

24) Thukyd. VIII, 4.

auch Meister der Bergwerke, so wußten sie vom Silbererz keinen bessern Gebrauch zu machen, als von Steinen. Im zweiten Jahre des Peloponnesischen Krieges (*Ol.* 87. $\frac{2}{3}$.) rückten jedoch die Spartaner und Verbündeten im Lande Paralos bis Laurion vor [25]; daß sie der Bergwerke sich bemächtigten, wird nicht erzählt. Indessen konnte der Benutzung derselben geschadet werden, selbst ohne so weit vorzudringen: schon die Befestigung und fortdauernde Besetzung von Dekeleia durch die Spartaner, welche auf Alkibiades Rath ausgeführt wurde, entzog dem Staate die Laurischen Einkünfte [26], wahrscheinlich weil wegen des fortdauernden Krieges im eigenen Lande der regelmäßige Betrieb des Bergbaues gehindert wurde, die Sklaven entliefen und der Zusammenhang mit der Hauptstadt häufig unterbrochen war.

Daß die Laurischen Bergwerke schon im fernen Alterthum bearbeitet wurden, ist nach Xenophon [27] anerkannt: niemand versuchte nur zu sagen, wann sie angefangen hätten. Der Bergbau ist im Morgenlande und Aegypten sehr früh entstanden; da die edlen Metalle gewöhnlich nahe am Tage liegen, wurden sie leicht bemerkt, und zogen wahrscheinlich den einfachen Menschen wie mit geheimnißvollen Kräften an. Gleichwie die Biene und der Biber einen Kunsttrieb hat, so scheint der Mensch, welchen Aristoteles mit Recht ein politisches Thier nennt, weil die Natur selbst ihn zum geselligen Leben bestimmt hat, ursprünglich einen mit höhern Gaben nicht unverträglichen Instinkt gehabt zu haben für dasjenige, was zur ersten Einrichtung des geselligen Lebens gehört; einen Instinkt, welcher in dem Maaße verschwand, als er überflüssig ward, indem die Geister in dem Nebel unendlich verwickelter Verhältnisse, in welche sie verwebt wurden, jenen natürlichen Scharfblick für das Einfachste verloren; wie der Instinkt der Thiere und die Schärfe ihrer Sinne durch Zähmung vermindert wird. Was ist aber nächst der Nahrung durch Viehzucht und Ackerbau wesentlicher für den geselligen Zustand als der Besitz der Metalle? Wie also der Mensch gewiß nicht aus Zufall, sondern durch Naturtrieb, die ihm angemessene Speise fand, so kann ohne Schwärmerei angenommen werden, er habe aus angebornem Trieb den Metallen nachgespürt und ihre Benutzung

25) Ebendas. II, 55.

26) Ebendas. VI, 91.

27) Vom Einkommen 4, 2.

erfunden; welche Voraussetzung die Mitte hält zwischen zwei entgegengesetzten gleich unbeweisbaren Annahmen, einer ursprünglichen gänzlich thierischen Roheit des Menschengeschlechtes, und einer hohen Erleuchtung und Weisheit desselben, und das Wahre beider Ansichten ohne das Irrige enthalten möchte. Ob indeſs dem Bergbau und der Metallbearbeitung in Hellas gleiche Ursprünglichkeit zukomme, ist eine andere Frage; sicher ist, daſs viele Bergwerke in diesen Gegenden zuerst von Morgenländern benutzt wurden, wie die Thasischen von den Phöniciern. Die Attischen Silbergruben scheinen indeſs lange nach der wahrscheinlich Ägyptischen Einwanderung eröffnet zu seyn; was auch Xenophon vom Alter ihres Betriebes sagen mag, die Seltenheit des Silbers noch in Solons Zeiten deutet dahin, daſs ein regelmäſsiger und künstlicher Betrieb derselben damals kaum angefangen hatte. Aber unter Themistokles, vor Xerxes Feldzug gegen Hellas, als auf dieses Staatsmannes Rath eine bedeutende Flotte aus den Einkünften der Bergwerke für den Äginetischen Krieg angeschafft wurde, muſste der Bergbau lebhaft betrieben werden. Im Zeitalter des Sokrates finden wir von Einzelnen zwar eine groſse Anzahl Arbeiter in den Bergwerken angestellt; aber die Staatseinkünfte von Laurion waren viel geringer als früherhin [28], und folglich der Silbergewinn weniger bedeutend. Dessenungeachtet hat Xenophon in dem Büchlein vom Einkommen so übertriebene Vorstellungen von der Vortrefflichkeit dieser Silberminen, daſs er nichts Geringeres als ihre Unerschöpflichkeit geglaubt zu haben scheint, wenn er mit Wichtigkeit darauf aufmerksam macht, wie wenig der abgebaute Theil der silberhaltigen Hügel gegen das noch übrige betrage, obgleich die Werke seit undenklichen Jahren im Gange seyen; wie der Raum immer sich erweitere, je mehr gearbeitet werde; endlich daſs sie, nachdem unzählige Menschen darin gegraben hätten, immer dieselben wie zur Zeit der Vorfahren schienen, und als die meisten Arbeiter darin angestellt waren, doch mehr Arbeit als Menschen da gewesen sey. Die Zahl der Arbeiter hatte dennoch nach seiner eigenen Angabe damals schon abgenommen; die meisten Besitzer der Bergwerke waren damals Anfänger [29]: der Bergbau scheint also vor den letzten Lebensjahren dieses Schriftstellers, in welchen das Büchlein verfaſst ist, beinahe ganz gelegen zu haben, entweder wegen der vielen Kriege, oder weil die Geringhaltigkeit der Erze keinen bedeu-

28) Xenoph. Denkw. d. Sokr. III, 6, 12.

29) Ders. v. Einkommen 4, 2. 3, 25. 28.

tenden Vortheil mehr gewährte. Aus dem nächsten Philippischen Zeitalter finden wir starke Klagen über Unglücksfälle beim Bergbau, und spätere Erfahrung zeigte, dafs die Silberminen so weit erschöpft werden konnten, um keine Hoffnung eines belohnenden Gewinns zu lassen. Im ersten Jahrhundert der christlichen Zeitrechnung bemerkt Strabo [30], dafs diese früher ansehnlichen Gruben ausgingen: da das Graben in der Erde keine hinlängliche Ausbeute mehr abwarf, machte man sich über den herausgeschafften Berg und die Schlacken her, woraus die Alten das Silber rein abzuscheiden nicht verstanden hatten, und schmolz dieselben noch einmal aus. Pausanias in der andern Hälfte des zweiten Jahrhunderts erwähnt Laurion mit dem leidigen Zusatze, ehemals wären dort der Athener Silberbergwerke gewesen.

Das Erz, woraus das Silber gezogen wurde, heifst gewöhnlich Silbererde (ἀργυρῖτις γῆ oder ἀργυρῖτις) [31]: dafs aber darunter keine lockere Erde zu verstehen, beweist Xenophons Ausspruch, der Feind könne von den Laurischen Erzen keinen andern Gebrauch als von Steinen machen. Erde ist den Hellenen ein sehr allgemeiner Ausdruck, welcher die Erze einschliefst, selbst wenn sie festes Gestein sind; auch die Römer nennen das Silbererz Erde [32]. Von welcher Beschaffenheit die Laurischen Silbererze waren, wird nirgends ausdrücklich gesagt: aus wenigen zufälligen Nachrichten lassen sich indefs einige Folgerungen ziehen. Da die Laurischen Werke jederzeit Silbergruben heifsen, von Blei-, Kupfer- oder andern Bergwerken aber nirgends die Rede ist, so müssen wenigstens in den ersten Zeiten sehr silberreiche Erze gefunden worden seyn, zumal da die Alten bei ihrer unvollkommenen Scheidekunst Erze, welche wenig Silbertheile enthielten, nicht auf Silber benutzten: dafs die Erze Silbererde genannt werden, nicht Blei- oder Kupfererde, führt gleichfalls dahin. Die edle Metalle führenden Minen pflegen indefs näher am Tage ergiebiger zu seyn, als in gröfserer Tiefe, und der Silbergehalt mancher Erze ist tiefer unter der Erde geringer, als weiter oben: als daher der Bergbau mehr ins Innere des Gebirges ging, mochte man auf dürftigere Erze stofsen, woraus die schon bemerkte Verminderung des Vortheils zum Theil erklärlich ist. Das Erz der Laurischen

30) IX. S. 275.

31) So Xenophon, vergl. Pollux VII, 98. Ἀργυρῖτις ἄμμος bei den Grammatikern (wie *Lex. Seg.* S. 280. in μέταλλα) ist ein schiefer Ausdruck, da Erde und Sand den Alten keineswegs einerlei ist.

32) Plin. XXXIII, 31.

Gruben scheint ferner meistens im mächtigen Gebirgschichten vorgekommen zu seyn; sonst würde man den ganzen Berg nicht so ausgehölt haben, dafs nur Bergfesten stehen gelassen wurden; aber Erze, in welchen das Silber die Mehrheit des Stoffes ausmacht, pflegen nur in Gängen vorzukommen. Aufserdem weisen andere Spuren dahin, dafs ein beträchtlicher Theil der Erze silberhaltige Bleierze waren. Nach Spon [33]) erinnerten sich Greise in der dortigen Gegend einer Bleimine, welche die Einwohner hatten verloren gehn lassen, aus Furcht, die Türken möchten sie bauen wollen und ihnen dadurch beschwerlich fallen. Man bringt, erzählt er von den benachbarten Ortschaften Blei, welches eine gewisse vollkommenere Eigenschaft hat, als das gewöhnliche, indem die Goldschmiede beim Reinigen desselben etwas Silber darin finden. In auffallendem Widerspruch hiemit steht freilich Whelers [34]) Aussage, welcher auf einer ohne Spon unternommenen Reise von Porto Raphti an der Nordostküste von Attika nach Sunion, anderthalb starke Stunden vor letzterm Orte auf einem kleinen Berg ankam, wo man seiner Erzählung nach ehemals viel Kupfer gewonnen habe, aus welchem die Athenischen Goldschmiede, wie die Leute sagten, Silber absonderten: indefs liefse man dieses nicht zur Kenntnifs der Türken gelangen, damit der Grofsherr die Einwohner nicht zu Sklaven mache, um Bergbau zu treiben; die daselbst bemerkte Asche bestätigt ihm den ehemaligen Metallgewinn. Drollig fügt er hinzu, ob eine Stadt Laurion da gewesen sey, wisse er nicht; habe es aber eine gegeben, so seye sie gewifs auf Xenophons Anrathen erbaut worden, welcher die Anlegung einer Feste an dieser Stelle vorschlage: wahrscheinlich jedoch seye sie näher am Meere gewesen, wo ein Hafen für die Böte gefunden werde, welche nach Makronisi, ehemals Helena, fahren. Beide Reisenden sprechen offenbar von derselben Sache: hätten beide Recht, so müfste man an eine Erzmengung denken, in welcher Kupfer und Blei, wie häufig, verbunden war. Die Erwähnung der Smaragde bei Thorikos, wovon ich hernach sprechen werde, könnte allerdings auch auf Kupfererze führen, wiewohl der Hügel, von welchem Wheler spricht, mehr landeinwärts war, etwa wo Besa gesetzt wird. Hobhouse hatte in Athen eine kürzlich gefundene Probe des Erzes gesehen: was es aber war, verschweigt er; Clarke, der als Mineralog am ersten Aufschlufs

33) Reisen Bd. II. S. 265.

34) A. a. O. Hobhouse spricht a. a. O. S. 420 gleichfalls von Kupfer in dieser Gegend, aber offenbar nur aus Wheler, wie Chandler. Die Aschenhaufen sah auch Hobhouse.

zu geben im Stande war, konnte nichts von den Silberminen erfahren [35]). Aber Spons Angabe gewinnt durch Zusammenstellung mit einer Nachricht aus dem Alterthum. Nach dem unächten, aber glaubwürdigen zweiten Buch der Aristotelischen Oekonomik [36]) gab der Athener Pythokles dem Staate den Rath, von den Privatleuten das Blei zu dem gewöhnlichen Preise für zwei Drachmen anzukaufen, sich den Alleinverkauf vorzubehalten und den Preis auf sechs Drachmen zu bestimmen. Nach der gewöhnlichen Lesart in der alten Schrift wäre dieses Blei von Tyriern hergekommen: wer konnte aber Alleinhandel mit einer eingeführten Waare vorschlagen, welche in einem kleinen Lande wie Attika nicht einmal viel mochte verbraucht werden? Auch würde, wenn eingeführtes Blei gemeint wäre, gesagt seyn, der Staat sollte es von den Kaufleuten an sich bringen, nicht von den Privatleuten. Wie viel näher lag der Gedanke, von einem inländischen in Menge vorhandenen Erzeugniſs den Alleinverkauf zu übernehmen; brauchten viele Fremde Attisches Blei, so gewann der Staat ansehnlich, wenigstens so lange die bisherigen Käufer keinen Markt fanden, wo sie billiger einkaufen konnten. Bedenkt man ferner, wie leicht der sonderbare Ausdruck τὸν ἐκ τῶν Τυρίων in den sprachgemäſsern τὸν ἐκ τῶν Λαυρίων zu verwandeln ist, so wird man die Stelle für ein vollwichtiges Zeugniſs halten, daſs Laurion eine beträchtliche Menge Blei lieferte: wobei ich aus guten Gründen nicht in Betracht ziehen will, daſs wir die Bleiglätte von den Attischen Silberhütten besonders angeführt finden. Auſser Blei und vielleicht Kupfer brachen zinkhaltige Erze auf Laurion, wie unten erhellen wird. Einige Grammatiker nennen diese Bergwerke Goldminen, ohne des Silbers zu ge-

35) Reisen Th. II. Abth. II. S. 577. Was Walpole in der Anmerkung daselbst aus den Alten beibringt, ist höchst unbedeutend; ergötzlich aber, daſs die Athener Kupfer von Kolonos gezogen haben sollen; doch wohl nur, weil Sophokl. Oed. Kol. 57. falsch verstanden worden ist.

36) Πυθοκλῆς Ἀθηναῖος Ἀθηναίοις συνεβούλευσε τὸν μόλυβδον τὸν ἐκ τῶν Τυρίων παραλαμβάνειν παρὰ τῶν ἰδιωτῶν τὴν πόλιν ὥσπερ ἐπώλουν διδραχμον, εἶτα τάξαντα αὐτοῖς τιμὴν ἑξαδράχμου οὕτω πωλεῖν. Statt τάξαντα αὐτοῖς ist entweder τάξασιν αὐτοῖς oder τάξαντας αὐτοὺς zu schreiben. Unsre Verbesserung hat Sylburg zuerst vorgeschlagen: τοῦ Λαυρίου oder Λαυρείου nach ebendemselben zu schreiben ist überflüssig, da die Bergwerke Λαύρεια und folglich auch Λαύρια heiſsen. Salmasius *de usuris* Cap. 9. S. 556. befolgt stillschweigend die wahre Lesart: Camerarius Vermuthung Τυρμιδῶν verdient keine Rücksicht. Reitemeier in der lehrreichen Schrift vom Bergbau und Hüttenwesen der Alten (Göttingen 1785.) hat das Blei von den Tyriern zu rasch für Spanisches erklärt. S. 8. 18.

denken [37]): und der Scholiast des Aristophanes nebst Suidas, welcher ihn auszuschreiben pflegt, erklären demgemäſs die Lauriotischen Eulen für Goldmünzen. Ich läugne nicht, daſs Athen Gold geprägt habe, welches ich vielmehr an einem andern Orte gegen Eckhel erweisen will: auch mögen auf dem Attischen Golde Eulen zu schauen gewesen seyn; aber ausgemacht ist, daſs gewöhnlich die Stater oder Tetradrachmen, auch andre mit demselben Gepräge versehene Silberstücke, Lauriotische Eulen heiſsen. An einer andeen Stelle erwähnt der Ausleger des Aristophanes [38]) Gold in Laurion mit Silber zusammen: aber da kein guter Schriftsteller irgend eine Spur hiervon zeigt, glaube ich einem so verwirrten Erklärer nicht. Auch Meletios behauptet, zwischen Sunion und Kerateia, also bei Thorikos etwa, seyen Gold- und Silberminen gewesen; vielleicht aus den angeführten Grammatikern. Ein anmuthiges Mährchen erzählt, wie einst die edlen Kekropiden durch ein Gerücht verführt mit bewaffneter Macht auf den Hymettos ausgezogen, um dort verwahrten Goldsand den Wächtern desselben, streitbaren Ameisen, abzukämpfen, nach vielen Mühseligkeiten aber unverrichteter Sache nach Hause gegangen seyen [39]): von gleichem Gehalt ist die Behauptung dieser Schriftsteller. Mochte auch in dem Laurischen Silbererz etwas Gold enthalten seyn, so war dies viel zu unbedeutend, um bei dem unvollkommnen Verfahren der Alten mit Vortheil ausgeschieden zu werden.

Noch verdienen die Smaragde, der Zinnober und das Attische Sil Erwähnung. Von zwölf Arten Smaragden, welche die Alten annehmen, würden drei vorzüglich geschätzt, und waren wirkliche Smaragde nach jetzigem Begriff; die übrigen neun sind smaragdähnliche Steine, und würden nach Plinius alle in Kupfergruben gefunden: die vornehmsten unter letzteren waren die Kyprischen, welche Theophrast schon mit den Chalkedonischen unächte nennt; wie viel mehr also die Attischen, unter deren Fehlern Plinius besonders eine gewisse Bleifarbe und das Abbleichen des Grüns durch Sonnenlicht anführt. Sie kamen in den Silbergruben von Thorikos vor; spricht also Plinius genau, welcher kurz vorher alle neun unächte den Kupferbergwerken zuschreibt, so folgt hieraus, daſs bei Thorikos Kupfererze in den Silber-

37) Hesych. in Λαύρεια, Schol. Aristoph. Ritter 1091. Suidas in γλαὺξ ἵπτατα.

38) Ritter 361.

39) Harpokration und Suidas in χρυσοχοεῖον, und dort Eubulos der Komiker.

Silberminen brechen [40]). Der Zinnober (κιννάβαρι) ist, abgesehen vom Indischen, welcher aus dem Pflanzenreiche stammt, nach Theophrast [41]) zweierlei, natürlicher, wie in Spanien, welcher hart und steinicht ist, und bereiteter, vorzüglich oberhalb Ephesos. Der Stoff, woraus letzterer gemacht wird, ist ein glänzender Sand von der Farbe des Scharlachs oder der Koschenille (κόκκος), welcher in ein feines Pulver gerieben und ausgewaschen wird. Der Athener Kallias, welcher Silberbergwerke betrieb, fand denselben in seinen Minen: wegen des glänzenden Scheines glaubte er Gold darin enthalten, und sammelte ihn; als er sich getäuscht sah, aber die schöne Farbe des Sandes bewunderte, gerieth er auf die Bereitung des Zinnobers aus demselben, um das vierte Jahr der drei und neunzigsten Olympiade [42]). Dieser bereitete Zinnober ist folglich keineswegs aus Quecksilber und Schwefel verfertigt, aber doch wirklicher Zinnober, welches meines Wissens noch nicht dargethan ist. Unterscheidet ihn nämlich Theophrast vom natürlichen, so erklärt er ihn hierdurch nicht für unächten, sondern giebt gleich hernach [43]) zu verstehen, er seye nichts eigenthümliches durch Kunst erzeugtes, vielmehr ahme die Kunst in seiner Bereitung die Natur nach. Ebendaselbst lehret er die Bereitung des Quecksilbers aus Zinnober, ohne zu bemerken, daſs man natürlichen Zinnober dazu nehmen müsse: konnte aber aus dem künstlich bereiteten Zinnober Quecksilber gewonnen werden, so ist derselbe wirklich dasjenige, was wir Zinnober nennen. Auch Plinius [44]) rechnet den von Kallias erfundenen unter das ächte *Minium*, oder Zinnober, dessen Kennzeichen ihm die Scharlachfarbe ist, und unterscheidet es vom *Minium secundarium*, einem schlechteren Erzeugniſs der Silber- und Bleihütten. Aber den vollständigsten Beweis, daſs der bereitete Zinnober aus einem Quecksilbererz gezogen war, giebt die Vergleichung des Vitruv mit den beiden schon genannten Schriftstellern. Der Zinnober oberhalb Ephesos wurde durch Kunst bereitet, nach Kallias Erfindung; Plinius nennt aus einem vollständigen Text des Theophrast genauer das Kilbianische Gefilde; und

40) Von den Smaragden s. Plinius XXXVII, 17. 18. Theophrast von den Steinen §. 46. der Ausgabe von Hill.

41) A. a. O. §. 103. 104. αὐτοφυὴς und τὸ κατ' ἐργασίαν.

42) Theophrast a. a. O. Plinius XXXIII, 37. Vgl. Corsini *F. A.* Bd. III, S. 262.

43) §. 105.

44) XXXIII, 37. 40.

nach Vitruv [45]) wurde eben hier der Zinnober auf die Weise, wie Theophrast angiebt, aus einem Stoffe verfertigt, welcher nichts anderes ist als theils Zinnoberstaub, theils festes Quecksilbererz mit untergemischten Tropfen gediegenen Quecksilbers; aus dem Erze selbst verflüchtigt sich nach Vitruv in der Hitze das Quecksilber. Der Unterschied zwischen dem natürlichen Zinnober und dem Sande, woraus der künstliche bereitet wurde, lag also nur darin, dafs in letzterem ein fremdartiger Stoff beigemengt war, welcher durch Waschen ausgesondert wurde: etwa wie im Quecksilberbranderz von Idria der Zinnober mit Brandschiefer innig vermengt ist: wogegen natürlichen Zinnober Theophrast nur denjenigen nennt, welcher unvermischt gefunden wird. Uebrigens mufs sogar das *Minium secundarium* des Plinius, welches weit unter dem von Kallias erfundenen künstlichen Zinnober steht, Zinnober enthalten haben, weil daraus eine obgleich schlechtere Sorte Quecksilber bereitet wird, welche zum Unterschied vom ächten *argentum vivum, hydrargyrus* genannt wurde [46]). Aufser dem Quecksilbererz, welches demgemäfs in Laurion vorkam, wurde daselbst das Sil gefunden, ebenfalls ein Farbenstoff. Die Römer erhielten es von verschiedenen Orten, auch aus Italien, zwanzig römische Meilen von der Stadt: aber am meisten schätzte man das Attische [47]). Wurde in den Silberbergwerken eine Ader davon entdeckt, so verfolgte man sie wie das edle Metall, da es zum Anstreichen der Wände gebraucht, auch damit gemalt wurde, letzteres zuerst von Polygnot und Mikon; zu Vitruv's Zeiten war keines mehr aus Attika zu haben: später spricht Plinius davon wie von einer noch im Gebrauch befindlichen Sache, entweder weil er ältere Schriftsteller ausschreibt, was Salmasius meinte, oder weil wieder einiges war gefunden worden. Der letztgenannte Gelehrte [48]) behauptet übrigens, Sil seye derselbe Stoff mit dem Zinnober, verführt durch eine leichte Aehnlichkeit in der Erzählung vom Einsammeln eines Sandes durch Kallias mit der andern von Verfolgung der Adern des Sil in den Attischen Gruben, und sucht der einmal gefafsten Meinung durch noch schwächere Nebengründe aufzuhelfen: der Herausgeber des Theophrast von den Steinen spricht ihm

45) VII, 8. 9

46) Vgl. Plin. XXXIII, 32. 41. und dazu Harduin.

47) Vitruv VII, 7. Plinius XXXIII, 56. 57.

48) *Salmas. Exercitt. Plin.* S. 1157. ff. Par. Ausg.

ohne Prüfung nach [49]). Aber nicht genug, daſs Vitruv und Plinius vom Sil und Zinnober an ganz verschiedenen Stellen handeln; die Angaben von beiden Stoffen sind unvereinbar. Der Zinnober kostete zu Rom siebzig Sesterzen das Pfund [50]), das Attische Sil nur zwei Denare oder acht Sesterzen: der künstliche Zinnober wird aus festem Erz oder Sand bereitet, Sil ist Schlamm (*limus*), das heiſst Erde [50]). Vitruv, welchen Salmasius des Irrthums zeiht, liefert uns gerade den klarsten Aufschluſs über das Wesen des Sil, indem er den Griechischen Namen ὤχρα (Ocker) angiebt. Die Ochra nennt Theophrast [51]) ausdrücklich eine Erde, welche er dem Sande entgegensetzt, und Dioskorides nebst Zosimos dem Chemisten erwähnt besonders den Attischen Ocker [52]). Sil und Zinnober sind folglich ganz andere Stoffe, und unter ersterem, wovon die Schriftsteller freilich sehr unklare Kennzeichen angeben, kann schwerlich etwas anderes als ein Eisenocker von gelber, bald hellerer, bald dunklerer Farbe verstanden werden. Ich bemerke noch, wie unwahrscheinlich Salmasius dem Plinius und Vitruv eine Verwechselung des Sil mit dem Zinnober aufbürdet, da ersteres sogar in der Nähe von Rom vorkam, und wie unnöthig er dem Griechischen Ursprung des Namens Sil nachspürt, da Italien denselben Stoff, obwohl schlechter, eigenthümlich besaſs: aber freilich, da das Attische Sil nun einmal der Zinnober des Kallias seyn muſste, schickte sich's den Namen in Hellas zu suchen. Uebrigens ist vermuthlich das sogenannte Γεωφάνιον, worüber Dinarch die Rede gegen Polyeuktos schrieb, eine solche Silgrube: die Grammatiker sagen ausdrücklich, es sey gelbliche Erde (γῆ ξανθοτέρα), welche die Maler brauchten; vielleicht, setzen sie hinzu, Röthel (μίλτος) oder Töpfererde oder sonst Erde zu andern Arbeiten [53]). Von Röthelgruben hatte auch Amei-

49) Zu S. 103.

50) Plinius XXXIII, 40.

51) Von den Steinen S. 71.

52) Dioskorides V, 108. Zosimos bei Salmas. a. a. O.

53) Etym. in γεωφάνιον, *Lex. Segu.* S. 227. Harpokr. Hesych. u. Suid. in γεωφάνιον und daselbst die Ausl. Dionys. v. Halik. im Leben des Dinarch. Verschieden hiervon ist das Γεωφάνιον in Samos, wovon Ephoros handelte (Harpokr. in γεωφάνιον, Pollux VII, 99. Vgl. Marx Ephor. S. 262. ff.). Nach Pollux könnte es zwar scheinen, als habe Dinarch vom Samischen Γεωφάνιον geschrieben; allein die Worte, ὑπὲρ ὧν ὁ Δείναρχος λέγει, welche in einer Handschrift fehlen, sind offenbar von spätrer Hand, und Dinarchs Rede gegen Polyeuktos bezog sich auf ein Vergehn des letztern in Attika, nicht in Samos, wiewohl

psias der Athenische Komiker gesprochen [54]), welches gut hierher paſst. Weiter habe ich nichts über die Fossilien in den Laurischen Bergwerken finden können; als eine Merkwürdigkeit verdient aber noch angeführt zu werden, daſs unter dem Attischen Honig, welcher, der Hymettische besonders, sehr geschätzt war, wiederum der bei den Silbergruben vorzüglich hoch gehalten wurde, und den Namen ἀκάπνιστον oder ἄκαπνον führte [55]).

Ueber das Technische auch des Laurischen Bergbaues würde bessere Auskunft gegeben werden können, wenn dasjenige, was die Nachfolger des Aristoteles über Metalle und Bergwerke geschrieben hatten, noch vorhanden wäre. Theophrast beruft sich in seinem Buche von den Steinen auf seine frühere Schrift von den Metallen, worin von einem jeglichen einzeln gehandelt war; nach Diogenes Verzeichniſs bestand sie aus zwei Büchern; häufig wird sie das Metallikon genannt und ohne einen Zweifel dem Theophrast zugeschrieben; nur Pollux fügt einmal bei: „das Buch möge nun von Aristoteles oder Theophrast herrühren," obgleich er an einer andern Stelle wieder kurzweg den Theophrast nennt. Wahrscheinlich stand das Werkchen zuerst unter des Stagiriten Schriften, und wurde später nach kritischen Untersuchungen richtiger seinem Schüler zugeeignet. So unbedeutend die Bruchstücke sind, so zeigen sie doch, daſs der gelehrte Naturforscher eine besondere Rücksicht auf den Bergbau oder das Hüttenwesen genommen hatte [56]). Sein Nachfolger, Straton von Lampsakos, handelte von den Vorrichtungen des Bergbaues (περὶ τῶν μεταλλικῶν μηχανημά-

dieses damals von Athenischen Kleruchen besetzt war. Ich begnüge mich dieses anzudeuten; die weitere Ausführung erlaubt der Raum nicht.

54) Pollux VII, 10. Phot. in μιλτωρυχία: τόπος ἐν ᾧ μίλτος ὀρύσσεται· οὕτως Ἀμειψίας. Vgl. Hesych. in μιλτωρυχία und Eustath. zu *Il.* β, 637.

55) Strabo IX, S. 275. Vgl. Plinius N. G. XI, 15.

56) Theophrast von den Steinen §. 3. περὶ μὲν οὖν τῶν μεταλλευομένων ἐν ἄλλοις τεθεώρηται worin der Ausdruck μεταλλευόμενα zu bemerken, welcher absichtlich gewählt ist, weil μέταλλον eigentlich ein Bergwerk bezeichnet: auch Alexander von Aphrodisias (s. Menage zum Diog. L.) nennt die Schrift περὶ τῶν μεταλλευομένων; doch folgt hieraus keineswegs, daſs das Berg- und Hüttenwesen davon ausgeschlossen war. Diog. L. V, 44. und daraus Suidas in Θεόφραστος haben den allgemeinen Namen περὶ μετάλλων, da in späterer Zeit μέταλλον Bergwerk und Metall ohne Unterschied heiſst. Die übrigen Anführungen des Buchs sind bei Olympiodor zu Aristot. Meteor. III. ὁ μέντοι τούτου (Ἀριστοτέλους) μαθητὴς ἔγραψεν ἰδίᾳ περὶ ἑκάστου μετάλλου, Pollux VII, 99. X, 149. Harpokr. in κεγχρεών und daraus Suidas, Hesychios in προσφαγῆ, σκαρφῶν, σύζευγμα.

των) [57]), worunter alle technischen Anstalten zu verstehen sind: und ein Metallikon eines unbekannten Philon erwähnt Athenäos [58]) in einem Zusammenhange, woraus erhellt, daſs unter andern die Aegyptischen Bergwerke, welche Agatharchides und Diodor beschrieben haben, darin vorkamen. Was Reitemeier in der verdienstlichen Abhandlung vom Bergbau und Hüttenwesen der Alten über die Attische Bergarbeit zusammengestellt hat, ist zwar besser, als was über die andern Beziehungen, unter welchen der Attische Bergbau betrachtet werden muſs, gesagt ist, wo Miſsverständnisse auf Miſsverständnisse gehäuft werden; aber eine umständlichere Untersuchung ist dadurch so wenig überflüssig gemacht, daſs vielmehr die hierher gehörigen Gegenstände, besonders das Hüttenwesen, unabhängig von jener Darstellung behandelt werden müssen [59]).

Man legte in Laurion theils Schächte (*Φρέατα, putei*), theils Stollen (*ὑπόνομοι, cuniculi*) an: bei keiner von beiden Arten zu graben kam man in Xenophons Zeiten auf ein Ende der Erze [60]). Zur Zimmerung in denselben, deren man auch in Spanien nach Plinius [61]) sich bediente, ist wahrscheinlich die Holzzufuhr nöthig, welche die Silberbergwerke von der See haben [62]). Hobhouse [63]) erwähnt, daſs unfern der See an der Ostküste ein oder zwei Schächte in einer buschigen Ebene entdeckt worden seyen; und war das Loch, welches Chandler [64]) auf dem Hymettos sah, wirklich, wie er vermuthet, ein Schacht, so folgt daraus, daſs die Schächte wenigstens zum Theil eine beträchtliche Weite hatten: denn die kreisförmige Oeffnung

57) Diog. L. V, 59. Dies ist der wahre Name des Buches; die abweichenden Lesarten und Menage's Verbesserungsversuch sind gleich verwerflich.

58) VII, S. 322. A.

59) Die Schrift des Abtes Paschalis Karyophilus *de antiquis metallifodinis* (Wien 1757.) habe ich nicht benutzen können; nach seinen Abhandlungen *de marmoribus antiquis* und *de thermis Herculanis et de thermarum usu* läſst sich jedoch wenig davon erwarten.

60) Xenoph. v. Eink. 4, 26.

61) XXXIII, 21.

62) Demosth. gegen Meidias S. 568, 17.

63) A. a. O. S. 417. Die Stelle, auf welche ich mich oben schon bezogen habe, lautet so: *One or two of the shafts of the ancient silvermines, for which this mountainous region was so celebrated, have been discovered in a small shrubby plain not far from the sea, on the eastern cost; and a specimen of one, lately found, was shown to me at Athens.*

64) Reise Cap. 30.

zeigte einen Durchmesser von mehr als vierzig Fuſs: in der Tiefe gingen in entgegengesetzter Richtung zwei enge Gänge unter dem Berg hin. Auſserdem machte man in den Silbergruben groſse Höhlen, welche Vitruv [65] nennt: die zur Unterstützung des darüber liegenden Berges stehen bleibenden Säulen oder Bergfesten wurden ὅρμοι und gewöhnlicher μεσοκρινεῖς genannt [66], weil sie zugleich zur Gränzscheide der verschiedenen Grubentheile oder sogenannten Werkstätten dienten. Da diese selbst Erze enthielten, so wurde die Habsucht gereizt, auch sie anzugreifen, wiewohl das Gesetz ein scharfes Verbot darauf gelegt hatte: unter dem Redner Lykurg wurde der reiche Diphilos wegen dieses Verbrechens zum Tode verurtheilt [67]. Das Eröffnen neuer Gruben heiſst καινοτομεῖν und καινοτομία [68], welcher Ausdruck hiervon auf alles Neuere übergegangen ist: wegen der groſsen Gefahr unternahm man es ungern: wer glücklich war, wurde reich; wer leer ausging, verlor sogar die Kosten; weshalb Xenophon Gesellschaften hiezu vorschlägt, von welchen ich unten sprechen werde. So wie übrigens die Alten von der üblen Ausdünstung der Silbergruben überhaupt sprechen [69], so wird namentlich die schädliche und ungesunde Luft der Attischen Gruben erwähnt [70]; obgleich auch die Hellenen, wie die Rö-

65) VII, 7.

66) Leben der zehn Redner im Plutarch Bd. VI, S. 256. Tüb. Ausg. Pollux III, 87. VII, 98. *Lex. Seg.* S. 280. Phot. S. 191. der sie ausdrücklich als Gränzen angiebt. Ὅρμοι heiſsen sie im *Lex. Seg* S. 205. ἀποσίσχειν τοὺς ὅρμους τοῦ μετάλλου: ἀποσίξαι τὸ διασεῖσαι καὶ κινῆσαι. ὅρμοι δέ εἰσιν ὥσπερ κίονες τοῦ μετάλλου, οὗτοι δ᾽ ἦσαν καὶ ὅροι τῆς ἑκάστης μερίδος, ἣν ἐμισθώσατο παρὰ τῆς πόλεως. Schon das paragogische N von ἀποσίσχειν zeigt, daſs die Glosse verderbt ist, und wollte man auch ἀποσείσχειν schreiben, so bleibt doch dieses sowohl als der Aorist ἀποσίξαι unbekannt und verdächtig: aber der Sinn ist deutlich. Es ist nämlich vom Anbrechen oder Behauen der Bergfesten die Rede, wodurch sie untergraben und erschüttert werden, so daſs Gefahr des Einsturzes entsteht: was das Leben der zehn Redner nennt τοὺς μεσοκρινεῖς ὑφελεῖν und *Lex. Seg.* S. 315. ὑπορύττειν τὸ μέταλλον. Auf dieselben Bergfesten beziehn sich zwei andere Glossen *Lex. Seg* S. 286. die vielleicht zusammen gehören: ὀρμοσκεῖς κίονες: οἱ τῶν μετάλλων κίονες, und ὅροι: ὅτι κατὰ μέρη τινὰ ἐμισθοῦντο τὰ ἀργυρεῖα, ὅροις διακεκριμένα. Von den Bergfesten beim Römischen Bergbau s. Joh. Chr. Jac. Bethe *Commentatio de Hispaniae antiquae re metallica ad locum Strabonis lib. III.* Göttingen 1808. 4. welche Abhandlung auch über die andern technischen Gegenstände, bei welchen sie nicht angeführt ist, nachgelesen werden kann.

67) Leben der zehn Redner a. a. O.

68) Pollux VII, 98. Photios in καινοτομεῖν.

69) Casaubonus zum Strabo III, S. 101.

70) Xenophon Denkw. d. Sokr. III, 6. 12. Plutarch Vgl. des Nikias und Crassus im Anfang.

mer, die Anwendung der Wetterzüge kannten, welche ψυχαγώγια heissen [71]. Wie das Wasser aus den Gruben herausgeschafft wurde, ist unbekannt: vermuthlich bediente man sich aber derselben grossentheils kunstlosen Mittel wie die Römer [72]. Auch die Herausschaffung der Erze geschah vermuthlich theils durch Maschinen, theils durch Menschen, wie in Spanien und Aegypten, an welchem letztern Orte die jüngern Sklaven das Erz durch die Stollen zu Tage förderten: ob aber in Attika die Bergleute hierzu lederne Säcke hatten und deshalb Sackträger (θυλακοφόροι) hiessen, ist wenigstens unsicher, da den Grammatikern zufolge diese Säcke ihre Nahrung enthielten [73]. Das Puchen der Erze auf den Hütten, um die Sonderung vom tauben Gestein möglich zu machen, geschah allgemein in steinernen Mörsern mit eisernen Keulen. So zerstiessen die Aegypter das Golderz bis zur Grösse einer Erbse, mahlten es dann auf Handmühlen und wuschen es auf abhängig gelegten Brettern, indem Wasser darüber gegossen wurde: eben so giebt ein Hippokratischer Schriftsteller die Behandlung der Golderze an [74]: in Spanien wurden sie gleichfalls gestossen, dann aber, wenn anders Plinius die Ordnung nicht verkehrt, zuerst gewaschen, hernach geröstet und gemahlen; selbst das Quecksilbererz, woraus der Zinnober bereitet wird, wurde ähnlich behandelt, nämlich zuerst geröstet, wobei ein Theil des Quecksilbers sich verflüchtigte, sodann mit eisernen Keulen gepucht, gemahlen und gewaschen [75]. In Hellas bedienten sich die Hüttenarbeiter zum Waschen des zerkleinten Erzes der Siebe, welche daher, wie das Durchsieben unter den Verrichtungen, bei den Werkzeugen der Bergleute erwähnt werden, mit dem eigenthümlichen Namen σάλαξ [76]. Diese Be-

71) *Lex. Seg.* S. 317. und *Etym.* in ψυχαγώγια: *αἱ θυρίδες τῶν μετάλλων αἱ πρὸς τὸ ἀναψύχειν γινόμεναι.*

72) Von diesen s. Reitemeier a. a. O. S. 114. ff. Bethe a. a. O. S. 32. ff. Ameilhon in der unten angeführten Abhandlung S. 494.

73) Pollux VII, 100. X, 149. mit den Auslegern, und Hesych. in θυλακοφόροι, wonach sie auch πηροφόροι heissen. Beides, θύλακος und πήρα, heisst gewöhnlich nur ein kleiner Sack, wie ein Reise- oder Brodsack.

74) Diodor XIII, 12. 13. Agatharchides v. rothen Meer bei Phot. Biblioth. S. 1342. Hippokrates *de victus rat.* I, 4.

75) Plinius XXXIII, 21. *Quod effossum est, tunditur, lavatur, uritur, molitur in farinam*: der Zusatz, *ac pilis tundunt*, scheint auf das *tunditur* sich zurück zu beziehen, stellt aber so, dass die Stelle verderbt seyn möchte. Vom Quecksilbererz s. Vitruv VII, 8. 9.

76) Pollux VII, 97. X, 149.

handlung der Erze war nicht allein im Alterthum, sondern auch durch die mittlern und neuern Zeiten bis zur Erfindung der Puchwerke die einzige [77]).

Ueber die Schmelzarbeit auf den Laurischen Hütten findet sich durchaus nichts Bestimmtes. Dafs die Athener sich des Gebläses und der Kohlen bedienten, ist nicht unwahrscheinlich; letzteres folgt jedoch keineswegs nur entfernt, wie Reitemeier meint, aus der Erwähnung von Kohlenhändlern, oder vielmehr Kohlenbrennern, von welchem Gewerbe vorzüglich ein Theil der Acharner lebte. Uebrigens war die Schmelzung der Alten überhaupt so unvollkommen, dafs sogar in Strabo's Zeiten, als sie bereits bedeutend verbessert war, das Silber aus Bleierzen, worin es in geringem Verhältnifs vorhanden war, auszuschmelzen unvortheilhaft schien [78]); und die frühern Athener hatten wieder gegen ihre Nachkommen, welche eben auch nicht die vollkommensten Meister in der Scheidekunst waren, so wenig Kenntnisse von der Behandlung der Erze, dafs nach demselben Schriftsteller damals nicht allein das als taubes Gestein weggeworfene, sondern auch die alten Schlacken noch einmal auf Silber benutzt wurden [79]). Nach Plinius [80]) konnten die Alten kein Silber ausschmelzen, aufser mit Blei (*plumbum nigrum*) oder Bleiglanz (*galena, molybdaena*): welches indefs nur von Erzen gemeint scheint, in welchen neben dem Silber ein anderes Metall vorhanden ist, zu welchem dasselbe eine geringere Verwandtschaft hat als zum Blei; auf Laurion brauchte man, wenigstens an manchen Orten, Blei nicht erst zuzusetzen, da dasselbe schon im Erz vorhanden war. Die Art aber, wie silberhaltige Bleierze behandelt wurden, giebt Plinius im Allgemeinen an [81]), und sicherlich war diese auch in Attika die gebräuchliche.

77) Vergl. über diesen Gegenstand Beckmann Beitr. zur Gesch. der Erf. Bd. V. St. 1. Num. 5. Chassot de Florencourt über die Bergwerke der Alten (Götting. 1785) S. 24. ff. Reitemeier a. a. O. S. 121. ff.

78) Hierzu vgl. Beckmann a. a. O. Bd. IV, St. 3. S. 333. Chassot de Florencourt S. 37. 51. Reitemeier S. 133.

79) Strabo IX, S. 275. *καὶ δὴ καὶ οἱ ἐργαζόμενοι τῆς μεταλλείας ἀσθενῶς ὑπακουούσης τὴν παλαιὰν ἐκβολάδα καὶ σκωρίαν ἀναχωνεύοντες εὕρισκον ἔτι ἐξ αὐτῆς ἀποκαθαιρόμενον ἀργύριον, τῶν ἀρχαίων ἀπείρως καμινευόντων.*

80) XXXIII, 31.

81) XXXIV, 47. vgl. Beckmann a. a. O. Bd. IV, St. 3. S. 332—335. Chassot de Florencourt S. 35. ff. Ueber die Zuschläge der Alten bei der Ausschmelzung s. Reitemeier S. 79. ff.



liche. Die Erze wurden nämlich zuerst zu Werken (*stannum*) geschmolzen, einer Verbindung des reinen Silbers und Blei's; hierauf wurde diese Masse auf den Treiböfen gebracht, wo das Silber ausgeschieden und das Blei halb verglaset als Bleiglätte erscheint, welche die Alten wie den Bleiglanz wiederum *Galena* und *Molybdaena* nennen: endlich wird die letztere gefrischt, und der Bleikönig (*plumbum nigrum*, *μόλυβδος*, zum Unterschied vom Zinn, *plumbum album* oder *candidum*, *κασσίτερος*) hergestellt. Hiermit könnten wir die Betrachtung des Technischen schliessen, wenn nicht übrig wäre zu untersuchen, was unter dem Attischen Silberschaum (*spuma argenti*), unter *κέγχρος* und *κεγχρεών*, endlich unter der von Laurion benannten *Lauriotis* zu verstehen sey.

Die *Spuma argenti*, welche in der Arzneikunst angewendet wird, ist ein Erzeugniſs vorzüglich der Silberhütten, und enthält nach Einigen dreierlei Arten, die beste *Chrysitis*, zunächst *Argyritis*, und die geringste *Molybditis*, welche besonders in der Farbe verschieden gewesen zu seyn scheinen; wiewohl nach Plinius die erste aus den Erzen selbst, die zweite aus dem Silber, welches nichts anders heiſsen kann, als beim Ausschmelzen des Silbers, die dritte aus Blei, wie zu Puteoli, gemacht worden seyn soll. Von Schlacke, bemerkt derselbe, unterscheidet sie sich wie Schaum von Hefen: jene ist Unrath (*vitium*) des sich reinigenden Stoffes, diese des schon gereinigten. Für die beste gilt die Attische. Dioskorides und andere Hellenische Schriftsteller nennen sie *Lithargyros* [82]. Da Einige bei Plinius eine Gattung derselben *Molybdaena* nannten, womit die Bleiglätte bezeichnet wird, und jetzo noch Italiener und Franzosen demselben Stoff eben diesen Namen (*Litargirio*, *Litargio*, *Litarge*) geben, so ist die herrschende Meinung allerdings wahrscheinlich, daſs der Silberschaum nichts anders als Glätte sey: welche als eine unedlere nicht metallisch erscheinende Absonderung der schon gereinigten Werke ein Unrath des schon gereinigten Stoffes genannt werden konnte, im Gegensatz gegen die bei der Schmelzung der Erze abflieſsende Schlacke, welche von dem noch viele nicht metallische Theile enthaltenden Stoffe sich aussondert, ehe der aus Silber und Blei bestehende Metallkönig erscheint. Ungenauer sprechende konnten indessen selbst die Glätte als Schlacke ansehen, daher auch die Lithargyros unter die

82) Plinius XXXIII, 35. meistens aus Dioskorides V, 102. Vgl. den von Harduin nachgewiesenen, aber etwas abweichenden Oribasios XII. *Fol.* 228. *b.*

Schlacken gerechnet wird [83]). Indessen wird wieder der Silberschaum von der *Molybdaena* oder Glätte unterschieden, indem diejenige Glätte die beste genannt wird, welche wie Lithargyros aussehe [84]); allein um nicht irre zu werden an der eben gegebenen Deutung, muſs man bedenken, daſs unter *Spuma argenti* und Lithargyros eine zu ärztlichem Gebrauche besonders zubereitete Glätte zu verstehen, welche nicht wesentlich, sondern nur durch eine hinzutretende Behandlung von der gemeinen *Molybdaena* verschieden war: ein Gedanke, welcher alle Schwierigkeiten hebt. Dunkler sind die Ausdrücke κέγχρος und κεγχρεών. Mit letzterem bezeichnet ein Kläger im Demosthenes [85]) offenbar ein besonderes Hüttenwerk bei den Laurischen Silberminen, ohne irgend einen Aufschluſs über das Wesen der Sache zu geben; die Erklärungen der Grammatiker aber sind so unbestimmt und unklar, daſs man ihnen keinen anschaulichen Begriff davon zutrauen kann. Photios und der Sammler der rhetorischen Glossen [86]) geben κεγχρεών für einen Ort in Athen aus, sie wollen sagen in Attika, wo die ἀργυρῖτις κέγχρος und der aus den Silbergruben kommende Sand gereinigt worden. Man könnte also darunter die Werke verstehen, auf welchen das kleingemachte Erz gewaschen wurde. Dieses wäre dann κέγχρος oder Hirse genannt worden, weil es vorher zur Kleinheit eines Hirsenkorns zerstoſsen oder gewaschen war, gleichwie gesagt wird, daſs auf den Aegyptischen Hütten das Golderz zur Gröſse einer Erbse zermalmt worden sey. Aber andre Angaben zwingen, diese Vorstellung aufzugeben. Pollux [87]) bemerkt, die Schlacke des Eisens heiſse σκωρία, womit auch allgemein alle Schlacke bezeichnet wird, so wie die Blüthe des Goldes ἀδάμας genannt werde, und der Unrath vom Silber κέγχρος, welches von κέγχρος nur eine verschiedene Form ist. Offenbar kann letzteres hier kein gepuchtes Erz bedeuten, sondern bezeichnet einen Abgang beim Schmelzen des Silbererzes, wie Skoria beim Eisen,

83) S. Salmas. *Exerc. Plin.* S. 1079. 1082.

84) Dioskorides V, 100. vgl. Plin. XXXIV, 53.

85) Gegen Pantänetos S. 974. 15.

86) *Lex. Seg.* S. 271. Κεγχρεών: τόπος Ἀθήνησιν οὕτω καλούμενος, ὅπου ἐκαθαίρετο ἡ ἀργυρεῖτις κέγχρος καὶ ψάμμος ἡ ἀπὸ τῶν ἀργυρείων ἀναφερομένη. Aehnlich Plinius im ersten Artikel.

87) VII, 90. Ταύτης δὲ (γῆς σιδηρίτιδος) τὸ κάθαρμα σκωρίαν ὠνόμαζον, ὥσπερ τοῦ χρυσοῦ τὸ ἄνθος ἀδάμαντα καὶ τὸν τῶν ἀργυρείων κονιορτὸν κέγχρον. Κονιορτὸς ist ἀποκάθαρσις, s. Salmasius *Exerc. Plin.* S. 1082.

Adamas beim Gold. Letzterer ist nämlich nach Platons [88]) deutlichen Zeugnissen ein wie Kupfer und Silber dem Gold innig verbundener, nur im Feuer trennbarer uns unbekannter Stoff von schwarzer Farbe und grosser Sprödigkeit, von Pollux Goldblüthe genannt, wahrscheinlich als eine beim Schmelzen dieses Metalls entstehende Efflorescenz. Von welcher Art jedoch dieser Abgang, welcher beim Silber *κέγχρος* heisst, gewesen sey, kann mit Sicherheit nicht bestimmt werden, da unsre Kenntnisse vom Schmelzprozess der Alten so unvollkommen sind: aber am wahrscheinlichsten finde ich die Meinung des Salmasius [89]), dass *κέγχρος* und *Spuma argenti* oder *Lithargyros* einerlei seyen: durch die verschiedenen Namen wird man nicht genöthigt, die Stoffe für wesentlich verschieden zu halten, da kleine durch die verschiedene Art der Erzeugung bestimmte Unterschiede damit bezeichnet seyn können; auf welche Art aber diejenige Glätte, welche *κέγχρος* hiess, gewonnen wurde, werden wir sogleich sehen. Dass Pollux die *κέγχρος*, obgleich sie als Glätte ein brauchbarer Stoff ist, Unrath nennt, kann nicht befremden, indem ja selbst die *Spuma argenti* Schlacke und unreiner Abgang (*vitium*) heisst. Stellt Pollux den Adamas mit der *κέγχρος* richtig zusammen, so haben wir einen besonderen Grund, letztere für Glätte zu halten, da Lithargyros auch Silberblüthe genannt wird, wie Adamas Goldblüthe. Hiermit ist nun Harpokrations dunkle Erklärung von *κεγχρεών* nicht unvereinbar. Ihm ist dieser nämlich der Reinigungsort, wo die *κέγχρος* aus den Metallen abgekühlt werde, wie Theophrast zeige [90]).

88) *Politik* S. 303. E. Tim. S. 59 B. Bei Plinius XXXVII, 15. heissen gewisse Demante *Cenchri*, worin Salmasius eine Verwechselung des wahren Demants mit diesem Abgange beim Goldschmelzen erkennt. Harduin erklärt sich dagegen, und obwohl Plinius häufig Verwirrung macht, so gut als Salmasius sein Ausleger, so können doch wirklich Demante von der Kleinheit der Hirsenkörner *κέγχροι* genannt worden seyn, wie ein andrer Stein bei Plinius XXXVII, 13. *cenchritis* heisst. Vergeblich habe ich über jenen bei der Goldschmelzung entstehenden Adamas eine Untersuchung zu finden gehofft in Ameilhons Abhandlung: *Exploitation des mines d'or*, in den Abhandl. d. Akad. d. Inschr. und sch. W. Bd. XLVI. S. 477. ff., wo doch S. 505. ff. von der Goldschmelzung und Reinigung gehandelt wird. Diese Schrift übrigens könnte, da sie mehrere Dinge gut entwikkelt, öfter angeführt werden, als ich gethan habe: aber das meiste darin liegt entweder zu entfernt von unserm Zweck, oder steht bereits in andern bekannten Schriften.

89) A. a. O. S. 1078 — 1082. wo jedoch vielerlei widerlich durch einander gemischt wird.

90) Harpokrat. in κεγχρεών· τὸ καθαριστήριον, ὅπου τὴν ἐκ τῶν μετάλλων κέγχρον διέψυχον, ὡς ὑποσημαίνει Θεόφραστος ἐν τῷ περὶ μετάλλων. Hieraus Suidas und Photios im zweiten Artikel. Küsters Vermuthung ἐργαστήριον statt καθαριστήριον, und seine Zufriedenheit mit der Er-

Der Ausdruck erhält einiges Licht durch Vergleichung dessen, was andere Schriftsteller von der Kupferblüthe (χαλκοῦ ἄνθος, *flos aeris*) sagen, deren Name schon auf eine Verwandtschaft oder ähnliche Entstehung mit der Lithargyros oder Silberblüthe führt. Wenn nämlich das Kupfer geschmolzen ist und die letzte Unreinigkeit oder das Fremdartige davon gesondert werden soll, wird es zum Garmachen in eben demselben oder einem andern Ofen wieder geschmolzen und mit kaltem Wasser abgekühlt; dabei bildet sich auf der Oberfläche der Metallkuchen eine Efflorescenz, welche Kupferblüthe genannt wird: Dioskorides nennt sie ausdrücklich hirsengestaltig (κεγχρωειδὲς τῷ ῥυθμῷ), Plinius vergleicht sie mit Hülsen oder Schuppen der Hirse (*milii squamae*), der Scholiast des Nikander mit Senfkörnern[91]). Wer erkennt nicht, daſs diese Arbeit beim Kupfer dieselbe ist, von welcher Harpokration in Bezug auf Silber spricht, und die κέγχρος, welche auf den Silberhütten vorkommt, ebenfalls eine schuppenartige auf den Silberkuchen aufsitzende Efflorescenz seyn muſs? Bei dem gargemachten Kupfer, besonders schlechtern Gattungen, findet sich etwas Aehnliches auch heutzutage. Demgemäſs ist κεγχρεών bei den Silberhütten das Brennhaus, wo das schon ausgeschmolzene oder Blicksilber feingebrannt wird; die hierbei sich absondernde Unreinigkeit wurde κέγχρος genannt, und mag vorzüglich in verglastem Blei bestanden haben. Hierbei wird das Silber jetzo noch mit Wasser abgekühlt. In dieser Ansicht finde ich keine Schwierigkeit: denn daſs Harpokration von einer Abkühlung nicht des Metalls, sondern der κέγχρος selbst spricht, ist bei einem sonst achtungswerthen, aber der Metallurgie unkundigen Grammatiker sehr natürlich. Warum unser Schneider[92]) κέγχρος für gekörntes Metall erklärt, läſst sich eben so wenig absehn, als warum das Silber in Körnerform sollte geschmolzen worden seyn. Kürzer endlich können wir uns über die Lauriotis fassen. Die Alten begriffen bekanntlich unter dem Namen *Kadmia* nicht nur Zinkerze und Galmei, sondern auch den Ofenbruch, welcher sich bei Schmelzung zinkhaltiger Erze an den Wänden der Ofen anhängt[93]), und bemerken ausdrücklich, die *Kadmia* oder

klärung des Photios im ersten Artikel beweisen nur seinen Mangel an Nachdenken über die Sache.

91) Dioskorides V, 88. Plinius XXXIV, 24. und dazu Harduin nebst Salmasius a. a. O. S. 1078. Schol. Nikand. Ther. 257.

92) Gr. Wörterbuch in χαλκάνθη.

93) S. Beckmann Beitr. zur Gesch. d. Erf. Bd. III, St. 3. Num. 5.

der Ofenbruch komme auf Silberhütten vor [94]. Im Zusammenhange hiermit erwähnen sie die Zinkblumen (*pompholyx*) als das feinste und weifseste Sublimat, und die Spodos, einen verwandten, aber schwerern, gröbern und schwärzern Ofenbruch, welcher von den Ofenwänden abgekratzt wird, mit Asche, bisweilen auch Kohlen vermischt; beide wurden wie die *spuma argenti* und Kupferblüthe in der Arzneikunst gebraucht [95]. Die Spodos der Silberhütten heifst *Lauriotis* [96]: ein Beweis, dafs in Laurion Zinkerze brechen. Wahrscheinlich war diese Attische Spodos besonders geschätzt, weil der Ofenbruch der Silberhütten, nach der Bemerkung der Alten, weifser und leichter war als auf Kupferhütten.

War Laurion auch die Münzstätte der Athener? Man möchte es darum glauben, weil die Attischen Silbermünzen scherzhaft Lauriotische Eulen heifsen [97]; aber die Benennung kommt vom Fundort des Silbers, nicht vom Prägen des Geldes daselbst; und eine ungedruckte Inschrift, welche anderwärts behandelt werden soll, lehrt unwidersprechlich, dafs die Silbermünzstätte (ἀργυροκοπεῖον) in Athen war. Hatten untergeordnete Gemeinen in Attika Münzgerechtigkeit, so könnte man annehmen, es seyen Münzwerkstätten in verschiedenen Attischen Ortschaften gewesen: und wirklich sprechen die Münzkenner von Stücken, welche einzelne Gemeinen des Attischen Staats geprägt haben sollen, Anaphlystos, die Azetiner, Dekeleia, Eleusis, Eradä, Laurion, Marathon, Helena und Salamis [98]: aber ich finde mich nicht bewogen, von irgend einer derselben anzunehmen, sie habe das Münzrecht vor der Römerzeit ausgeübt, zumal da eine einfache Untersuchung hinlänglich beweist, dafs die meisten der hieher gezogenen Münzen nicht Attischen Ursprungs sind. Wer hat jemals von Eradä oder Azetinern in Attika gehört? welche gewifs nicht mit dem Gaue Azenia und Erchiadä einerlei sind. Um Geld zu prägen bedarf es einer Gemeine: wie sollte also

94) Dioskorides V, 84. Daraus Plinius XXXIV, 33. und aus diesem Isidor, welchen Harduin anführt.

95) Dioskor. V, 85. Plin. XXXIV, 33. Vgl. Galen und Oribasios in den von Harduin angemerkten Stellen.

96) Plinius XXXIV, 34. Ich bemerke am Schlufs dieser technischen Untersuchungen, dafs ich hierin durch die Einsichten zweier kunstverständigen Freunde unterstützt worden bin.

97) Aristoph. Vögel 1106. Schol. Aristoph. Ritter 1091. Hesych. Suid. und andere Sammler von Glossen und Sprüchwörtern.

98) S. Eckhel D. N. Bd. II. S. 225. ff.

Laurion, ein Hüttenort und kein Gau, Münzen mit seinem Namen geschlagen haben? Die angebliche Inschrift ΛΑΥΡΕΩΝ auf zwei Münzen im Museum Theupoli muſs mit Sestini in ΜΥΡΕΩΝ verwandelt und auf Myra in Lykien gedeutet werden, um so mehr da ΛΑΥΡΕΩΝ nicht einmal eine von Laurion ableitbare Form ist, sondern ΛΑΥΡΙΕΩΝ oder ΛΑΥΡΙΩΤΩΝ heiſsen müſste, nicht, wie Eckhel meint, ΛΑΥΡΙΩΝ. Was von Anaphlystischen Münzen beigebracht wird, gehört nach Anaktorion, ausgenommen eine kupferne, welche Goltz ersonnen hat. Die mit ΣΑΛΑΜΙΝΙΩΝ bezeichneten Stücke sind nach Kypros zu verweisen, woher sie Pellerin erhalten hatte: andere mit den Buchstaben ΣΑ beweisen doch wahrhaftig nichts für Salamis den Attischen Gau. Wie aber Marathon? Nur der faselnde Harduin führt eine Münze davon an, mit unabgekürzter Aufschrift ΜΑΡΑΘΩΝ ΔΗΜΟΣ; ein Umstand, der seine Aussage verdächtig macht. Wo sie aufbewahrt wurde, bemerkt er nicht, und niemanden ist eine solche wieder zu Gesicht gekommen, so daſs er, wenn nicht Alles erdichtet ist, auf einer Münze etliche Anfangsbuchstaben dieser Wörter gelesen haben möchte, deren Deutung er als Thatsache gab. Am unerklärlichsten wird es jeder finden, daſs Helena oder Kranaë, eine Insel, worauf, so viel bekannt, nicht einmal eine Ortschaft war, Münzen geprägt haben soll. Nun sind freilich die sogenannten autonomen Silbermünzen von Helena sicherlich Goltzens Erfindung, und andere aus den Kaiserzeiten mit der Umschrift der Kranäer brauchen nicht auf das Attische Eiland bezogen zu werden; die von Harduin erwähnte mit der wunderlich ausführlichen Inschrift ΕΛΕΝΙΤΩΝ ΤΩΝ ΚΑΙ ΚΡΑΝΑΑΤΩΝ war schwerlich je vorhanden: aber ein Kupferstück mit den Worten ΚΡΑΝΑΙΩΝ ΑΘΗ läſst sich dem Attischen Kranaa nicht wohl absprechen, ist aber aus den Kaiserzeiten, wo die Kranäer ein Gau geworden seyn können, wahrscheinlich seit der Hadrianische Stamm errichtet war, und um denselben zu füllen, mehr Gaue gemacht wurden. Auſser diesem Stücke giebt es sichere eherne von Eleusis und Dekeleia, welche jedoch ohne Zweifel ebenfalls aus dem Zeitalter der Römerherrschaft herrühren; je mehr aber unter diesen das Ansehn des ehrwürdigen Athens gefallen war, desto gedenkbarer ist es, daſs den Gauen gestattet wurde, kupferne Scheidemünze zu prägen. Die angeblichen Münzen von Prasiä, dem Attischen Gau, sind schon von Eckhel beseitigt.

Wer hatte aber das Eigenthumsrecht der Laurischen Gruben? Von wem und für wessen Rechnung wurden sie gebaut? Welche Vortheile ge-

währten sie durch ihren Ertrag dem Staate und den Privatleuten? Welches waren die Verpflichtungen, Rechte und Freiheiten der Bergbautreibenden? Hierüber finden sich überall nur unbestimmte Ansichten, schwankende, falsche oder halbwahre Annahmen ohne hinlänglichen Beweis: unsere Darstellung wird durch Gründe und innern Zusammenhang sich rechtfertigen. So lange Attika frei war, wurde weder vom Ertrag noch Werth des Grundeigenthums eine unmittelbare Abgabe erhoben, ausser dass im Frieden die Verpflichtung zu den Liturgieen, durch welche der Glanz des Staates, die Feste der Götter verherrlicht wurden, auf dem Vermögen, und der Natur der Sache nach vorzüglich auf dem offenbaren (οὐσία φανερά) oder dem Grundeigenthum lastete, bei kriegerischen Rüstungen aber eben davon Trierarchie und ausserordentliche Steuer (εἰσφορά), nach Maassgabe der jedesmal geltenden Gesetze, geleistet wurden. Aber gerade umgekehrt ist das Verhältniss der Steuerpflichtigkeit vom Bergwerksbesitz: der Inhaber einer Grube zahlt eine jährliche Abgabe in die Staatskasse; zu Liturgieen und ausserordentlichen Vermögenssteuern trägt er von solchem Gute nichts bei. Diese Thatsache, welche ich unten ausser Zweifel setzen werde, führt zu dem Satze, womit alles übereinstimmt, dass Bergwerke nicht wie andere Grundstücke freies Eigenthum der Bürger waren, sondern des Staates, und von diesem unter gewissen gesetzlichen Bedingungen Einzelnen zur Nutzung überlassen. Die Römer gaben eine Zeitlang die dem Staate gehörenden Bergwerke in Erbpacht, bis es vortheilhafter gefunden wurde, sie selbst zu betreiben [99]: dass aber diese Art der Verpachtung die nachtheiligste sey, beweist die Erfahrung älterer und neuerer Zeit, indem der Pachter einen Raubbau treibt, die reichen Erze wegnimmt, die ärmern stehen lässt, wo möglich durch eine grosse Anzahl Arbeiter die Gruben während seiner Pachtjahre auszuschöpfen sucht, und auf längere Dauer der Unterstützung und Zimmerung nicht bedacht ist: auf die Beobachtung beschränkender Gesetze zu halten, ist schwierig, und die Gruben bringen bei der nächsten Verpachtung weniger Ertrag für das gemeine Wesen, weil sie schlechter geworden sind. Der Attische Staat, ob aus Klugheit oder weil die Umstände es so fügten, hatte diese schädliche Einrichtung vermieden: er gab Privatleuten die Bergwerke in seinem Gebiete zu immerwährendem Besitz, welcher durch Erbschaft oder Verkauf [100], überhaupt durch jegliche Art

99) Reitemeier a. a. O. S. 91 ff.

100) Aeschines gegen Timarch S. 121. Demosth. gegen Pantänet. hier und da.

rechtlicher Uebertragung, auf einen Dritten übergehen konnte; das heifst, der Besitzer des Bergwerks war Erbpächter. Die Erwerbung geschieht daher mittelst Erlegung einer verhältnifsmäfsigen Summe ein für allemal, als Kaufpreis oder Einstandsgeld. So erwähnt Demosthenes den Kauf der Bergwerke vom Staat als das gewöhnliche, und Pantänetos kauft vom Volke eine Grube für neunzig Minen [101]. Diese können nicht etwa das jährliche Pachtgeld seyn, welches, da die jährliche Abgabe vom Ertrag abhängt, nicht in einer bestimmten Summe zum voraus angegeben werden kann. Nur eines könnte man einwenden: vielleicht habe es frei gestanden, neue Werke ohne Erlegung eines Kaufpreises zu eröffnen, das von Pantänetos erstandene aber möchte ein bereits eröffnetes Werk gewesen seyn, welches der Staat durch Einziehung, die nicht selten war, an sich gebracht habe, und zur Unterstützung dieser Meinung könnte einer das Inhaltsverzeichnifs der Rede gegen Pantänetos [102]) gebrauchen, wonach der Kaufpreis in Silber bezahlt wird, welches aus dem Bergwerke gewonnen war, wobei eine bereits Ertrag gewährende Grube vorausgesetzt wird. Allein wenn dieser Grammatiker auch Glauben verdiente in einer Sache, wovon er nicht im mindesten mehr wissen konnte als wir, so folget doch keineswegs, dafs von einem eingezogenen Bergwerke die Rede sey: denn schwerlich mufste ein Unternehmer eines neuen Werkes dem Staate den Kaufpreis erlegen, wenn er Mühe und Kosten vergeblich angewandt und keine Erze gefunden hatte, sondern jeder konnte auf gutes Glück nach Erz graben in unverkauften Theilen des Berges, und mufste erst alsdann, wenn er brauchbare Erze fand und diese benutzen wollte, den Raum kaufen. Unter dieser Voraussetzung, welche nicht willkührlich ist, weil das Gegentheil unsinnig seyn würde, ist es begreiflich, wie jemand den Kaufpreis selbst eines neu angefangenen Bergwerkes mit Silber aus demselben bezahlen konnte: aber Pantänetos besafs überdies andere Gruben, und aufserdem ist es unnöthig anzunehmen, dafs dieses Silber unmittelbar aus den Bergwerken kam. Nach Harpokration

101) Demosth. a. a. O. S. 973. 13: ὅστις ἂν μέταλλον παρὰ τῆς πόλεως πρίηται. Ebendaselbst oben: καταβολὴν τῇ πόλει τοῦ μετάλλου, ὃ ἐγὼ ἐπριάμην ἐνενήκοντα μνῶν. Die dem Dinarch fälschlich zugeschriebene Rede πρὸς [illegible] μεταλλικὸς begann mit den Worten: πριάμενος μέταλλον ὦ ἄνδρες. S. Dionysios Dinarch. S. 119. 11. Sylb. Dionysios nennt dies nachher, μισθώσασθαι, aus eigener Sprache; was aber, da der Kauf nur Erbpachterwerbung war, natürlich ist und häufig bei den Grammatikern vorkommt.

102) S. 964. 13.

tion endlich, welcher dem Aristoteles zu folgen pflegt, hatten die Poleten das Geschäft, allen Verkauf des Staates zu besorgen, namentlich den Verkauf der Zölle und Gefälle, Bergwerke, Pachtungen und eingezogenen Güter [103]). Unzweideutig wird in dieser Stelle der Verkauf der Bergwerke von der Veräufserung des dem Staate verfallenen Privatvermögens und der Pachtungen unterschieden; und die Gruben, welche verkauft werden, können nur neueröffnete seyn. Bei dieser Uebertragung des Staatseigenthums an Erbpächter wurde zugleich genau bestimmt, wo der verkaufte Raum anfange und endige, und darüber eine Urkunde (διαγραφή) aufgenommen [104]). Hiezu war eine gewisse Markscheidekunst nothwendig, welche beim Mangel erforderlicher Werkzeuge sehr unvollkommen seyn mufste [105]). Aufser dem Kaufgelde zahlt der Inhaber den vier und zwanzigsten Theil der Ausbeute des neuen Bergwerkes, nämlich des rohen, nicht des reinen Ertrags, indem letzteres viel zu wenig wäre [106]). So wurde allem Nachtheil ausgewichen, welcher aus Zeitpacht der Gruben entstehen konnte: erschöpfte einer die Erze in kurzer Zeit, so vermehrten sich auch die Abgaben vom gewonnenen Metall, und wer allein die reichen Erze abbaute, that sich selber Schaden. Verletzte der Besitzer die Gesetze und Bedingungen, unter welchen die Grube zugestanden war, so konnte der Staat dieselbe wieder

103) Harpokr. in πωληταί: διοικοῦσι δὲ τὰ πιπρασκόμενα ὑπὸ τῆς πόλεως πάντα, τέλη καὶ μέταλλα καὶ μισθώσεις καὶ τὰ δημευόμενα. Hieraus Suidas, Phot. und *Lex. Seg.* S. 291.

104) Harpokr. Suid. u. Zonaras in διαγραφή. ἡ διατύπωσις τῶν πιπρασκομένων μετάλλων δηλοῦσα διὰ γραμμάτων ἀπὸ ποίας ἀρχῆς μέχρι πόσου πιπράσκεται πέρατος. Vgl. über die Gränzen Demosth. a. a. O. S. 977. und oben Anm. 66.

105) Vgl. Reitemeier S. 112. ff.

106) Suidas u. Zonaras in ἀγράφου μετάλλου δίκη· οἱ τὰ ἀργύρεια μέταλλα ἐργαζόμενοι ὁπόταν βούλοιντο καινοῦ ἔργου ἄρξασθαι (richtiger Zon. ἅψασθαι) φανερὸν ἐποιοῦντο τοῖς ἐπ' ἐκείνοις τεταγμένοις ὑπὸ τοῦ δήμου (den Poleten), καὶ ἀπεγράφοντο τοῦ τελεῖν ἕνεκα τῷ δήμῳ εἰκοστὴν τετάρτην τοῦ καινοῦ μετάλλου. Vgl. Harpokr. u. Suidas in ἀπονομή, welche Worte ich unten beisetzen werde. Dafs Kaufpreis und jährliche Abgabe verbunden waren, sah schon Barthelemy Anachars. Bd. V. S. 34. der deutsch. Uebers. Suidas übergeht das Kaufgeld nach der gewöhnlichen Unvollständigkeit der Grammatiker; wenn er von neueröffneten Werken allein spricht, so liegt dieses im Zusammenhange mit dem, was er erklären will, und es versteht sich von selbst, dafs auch die übrigen die Rente des Vierundzwanzigstels zahlten. Dafs irgend ein Bergwerk ursprünglich freies, nicht vom Staate übertragenes Eigenthum gewesen wäre, und keine Abgabe bezahlt hätte, ist unerweislich. Das Vierundzwanzigstel ist übrigens die Abgabe von den Schmelzöfen (ἀπὸ καμίνων), von welcher Xenophon spricht v. Eink. 4, 49.

an sich nehmen, zum Beispiel wenn die Abgabe nicht entrichtet wurde: aber handelte einer nicht gegen den Vertrag, so war dieser Besitz so sicher als anderer Grundstücke. Kurz es fand dasselbe Verhältniſs statt, wie nach Römischem Recht beim Vektigalbesitz in den Municipien [107].

Wir sind berechtigt anzunehmen, daſs alle Bergwerke von Laurion auf die angegebene Art erworben waren: von einem Unterschied zwischen solchen, die durch Erbpacht besessen wurden, und andern, welche freies Eigenthum gewesen wären, findet sich keine Spur. Alle Inhaber von Gruben, welche in den Alten angeführt werden, ein Nikias, Kallias, Kimons Schwager und jener andere, welcher die Zinnoberbereitung erfand, Diphilos, Timarch, und vorher sein Vater, Pantänetos, und andre mehr sind nur Erbpächter. Daſs vor Themistokles die Bergwerke unabhängiges Eigenthum von Familien gewesen, beruht auf einem Miſsverstand des urtheilslosen Meursius [108]. Der Staat war jederzeit ausschlieſslicher und ursprünglicher Eigenthümer: aber er nutzte dieses Eigenthum niemals anders als durch Vererbpachtung. Nirgends giebt es einen Beweis, daſs er dasselbe in Zeitpacht gegeben habe; zu eigenem Betrieb konnte er eben so wenig Lust und hinlängliche Einrichtung haben, als zur Erhebung der Zölle und Gefälle, und nur groſse Unkunde der Athenischen Staatsverhältnisse erlaubte daran zu denken [109]. Und womit unterstützt man diese Behauptung? Mit den Einkünften, welche die Volksgemeine in Themistokles Zeitalter aus den Bergwerken zog; als ob diese nicht von den Kaufgeldern und jährlichen Renten herrührten! Selbst Xenophons gutmüthige Planmacherei versteigt sich soweit nicht, dem Staat eigenen Betrieb des Bergbaues zu empfehlen; er begnügt sich mit dem Vorschlag [110], das gemeine Wesen möge, die Privatleute nachahmend, öffentliche Sklaven anschaffen und an Unternehmer in die Bergwerke verpachten, wahrscheinlich mit Gruben, welche noch nicht vererbpachtet wären: um nämlich auſser der Silberrente von der

107) Vgl. Niebuhr Röm. Gesch. Bd. II. S. 376. ff.

108) *F. A.* Cap. 7. aus Vitruv VII, 7. wo *familiae* Sklaven sind, und nicht einmal bestimmt von der Zeit vor Themistokles die Rede ist. Dem Meursius haben mehrere nachgesprochen, unter andern Chandler Reise Cap. 30.

109) Wie Reitemeier a. a. O. S. 70. und Manso Sparta Bd. III, S. 495. thun. Schon Meiners vom Luxus der Athener S. 57. bemerkt richtig, daſs der Attische Staat den Bergbau niemals auf eigene Rechnung betrieb.

110) Vom Eink. 4.

Sklavenvermiethung Einkünfte zu ziehen; man kann jedoch versichert seyn, daſs keine Rücksicht darauf genommen wurde. Kurz der Staat befaſst sich auf keine Weise mit dem Bergbau, auſser daſs er seine Rechte und die Gesetze wahrnimmt; darauf allein erstreckt sich seine Aufsicht. Die Poleten verkaufen den Besitz der Gruben und die Renten; auf die Beobachtung der Gesetze sehen alle Bürger, und können öffentliche Klagen anstellen, wenn sie dieselben für verletzt halten: was ein neuerer Schriftsteller von einem öffentlich angestellten „Bergdirektor" erzählt, ist meines Wissens eine Fabel. Seitdem Athen die Goldbergwerke in Thrake, Thasos gegenüber, sich zugeeignet hatte, benutzte es auch diese wahrscheinlich eben so: die Besitzer, mögen nun die alten geblieben, oder durch Schenkung nach Weise der Kleruchieen und Verkauf neue eingesetzt worden seyn, zahlten eine Rente vom Metall, welche vermuthlich schon Thasos sich hatte entrichten lassen; neue Gruben kaufte man vom Athenischen Volke. Aber die Erzgruben in Thasos selbst und die Bergwerke anderer unterwürfiger Länder behielt ohne Zweifel der zinsbare Staat als Eigenthümer; Athen verschaffte sich von ihm unter der Form des Tributes wieviel es wollte, ohne sich die Bergwerke anzumaſsen. Doch dieses ist der Gegenstand anderer Untersuchungen.

Der Kaufpreis der vom Staate veräuſserten Bergwerke wurde vom Ersteher unmittelbar in die öffentliche Kasse gezahlt [111]); von der jährlichen Rente aber läſst sich dies bezweifeln. Alle regelmäſsigen Gefälle, selbst diejenigen, deren Erhebung leicht und mit keinen Kosten verknüpft, und deren Betrag ziemlich genau bestimmbar war, wie Schutzgeld und Pachtzins der Ländereien, waren an Einzelne oder Gesellschaften als Generalpächter verkauft: sollte man davon beim Vierundzwanzigstel des Metallgewinnes eine Ausnahme gemacht haben, dessen Summe nach der Natur der Sache in verschiedenen Jahren sehr verschieden ausfiel, und wobei ohne genaue Aufsicht des Erhebenden der Abgabenpflichtige im Stande war groſse Unterschleife zu machen? Ich meines Ortes glaube, auch dieses Gefäll sey an Generalpächter durch die Poleten verkauft worden, aber so wenig Gründe dagegen vorhanden sind, eben so wenig läſst sich ein Gewährsmann dafür nennen. Beim Demosthenes wird erzählt, wie der bekannte Vorsteher des Theorikon, Eubulos, den Mörokles verklagt habe, weil er unrechtmäſsiger Weise von jedem derer, welche die Bergwerke gekauft hatten [112]), zwan-

111) Demosth. gegen Pantänet. S. 973. oben.

112) παρὰ τῶν τὰ μέταλλα ἐωνημένων, Demosth. *de fals. leg.* S. 435. 5.

zig Drachmen eingefordert hatte: an Generalpächter der Rente ist aber hiebei gewiſs nicht zu denken. Unter den Käufern der Bergwerke können nämlich nur solche verstanden werden, welche den Besitz von Bergwerken selbst an sich gebracht hatten: und wegen des bestimmten Artikels „die" Bergwerke, muſs vorausgesetzt werden, es sey von einer bekannten kürzlich vorgefallenen Veräuſserung vieler Gruben die Rede: denn alle Bergwerksbesitzer, alte und neue, könnten nur mit läppischer Ziererei und auf die Gefahr miſsverstanden zu werden mit der Umschreibung „die welche die Bergwerke gekauft hatten" bezeichnet worden seyn, zumal da diese herkömmlich Bergbauer (οἱ ἐργαζόμενοι ἐν τοῖς ἔργοις oder ἐν τοῖς μετάλλοις) heiſsen: folglich erscheint hier Mörokles nur als Einsammler von Kaufgeldern, auf welche er sich von jedem Käufer zwanzig Drachmen unter irgend einem Vorwande hatte auszahlen lassen, ohne berechtigt zu seyn. Wenn der Wursthändler beim Aristophanes [113]) dem Kleon droht Bergwerke zu kaufen, um sich nämlich, wie der Scholiast bemerkt, beim Volke durch Bereicherung des Staats beliebt zu machen, so kann allein die Erwerbung des Grubenbesitzes gemeint seyn, indem nur diese, nicht aber die Uebernahme der Generalpacht, dem Staate bedeutende Summen zuwendet, welche er ohne den Wursthändler nicht erhalten hätte, und überdies, wenn von Pachtung des Gefälls die Rede wäre, dies deutlicher bezeichnet seyn müſste. Was sollen wir endlich zu Ulpians Behauptung sagen, Meidias habe die Silberbergwerke vom Staate in Pacht gehabt [114])? Ladet die Allgemeinheit des Ausdruckes ein, an Generalpacht der Rente zu denken, so verläſst man diese Meinung wieder, wenn man bedenkt, daſs jener Ausleger dadurch erklären will, warum Meidias Holzzufuhr nach den Bergwerken trieb: wozu ein Generalpächter der Rente keinen Anlaſs hat. War also Meidias Erbpächter oder Besitzer von Gruben? Der Artikel „die" Bergwerke beweiset dagegen bei einem so elenden Schriftsteller nichts. Doch wer wollte sich über den sogenannten Ulpian in Gedanken geben? Welcher Scholiast

113) Ritter 361. ἀλλὰ σχιζίδας ἐδηδοκὼς ὠνήσομαι μέταλλα.

114) Μεμίσθωτο γὰρ τὰ μέταλλα παρὰ τῆς πόλεως, ἃ ἦν τοῦ ἀργυρίου, S. 685. c. der Wolf. Ausg. Μίσθωσις für Erbpacht der Bergwerke kann nicht auffallen, da die Sprache für diese kein besondres Wort hatte. Vgl. Photios in μετοχείοις, Harpokr. u. Suid. in ἀπονομή, und oben Anm. 66. und 101. Alle diese Beispiele aber, wo Μισθώσασθαι von den Bergwerken vorkommt, sind in Spätern, den Grammatikern und Dionysios, enthalten. Bei den Alten ist dafür πρίασθαι u. ὠνεῖσθαι.

könnte diesem Wust von Bemerkungen den Rang des Leichtsinnes, der Unwissenheit und Verworrenheit ablaufen? Weil eben Meidias Holz nach den Bergwerken führt, vielleicht nur um damit zu handeln, oder während er mit seiner Triere dem Staate dienen sollte, sich für die Kosten der Trierarchie durch gute Fracht schadlos zu halten, darum schliefst Ulpian frischweg aus Demosthenes Worten, Meidias habe Bergwerke gepachtet gehabt. Diese Art zu erklären findet sich häufig bei ihm, und ist nicht immer hinlänglich gewürdigt worden.

Unter den Athenischen Einkünften sind die Bergwerksgelder ein stehender Posten [115]; sie fliefsen aus den Kaufgeldern und der Metallrente, abgerechnet was der Markt und die öffentlichen Gebäude einbrachten [116], und waren folglich gröfser oder geringer, je nachdem mehr oder weniger Gruben vom Staate verkauft wurden, reichere oder ärmere Erze brachen, und der Grubenbau eifriger oder läfsiger betrieben ward: wornach natürlich der Pachter der Rente mehr oder weniger bot. Schon in Sokrates Zeiten, wie oben bemerkt worden, waren die Einkünfte gefallen. Ihr Betrag wird für Themistokles Zeitalter angegeben, aber in Nachrichten, aus welchen das Wahrscheinliche erst ausgemittelt werden mufs. Die Bergwerkseinkünfte wurden nämlich ehemals an alle Bürger vertheilt, nach der Weise des spätern Theorikon; zum Empfange solcher berechtigte die Einschreibung ins lexiarchische Buch [117]. Als Themistokles aber das Athenische Volk bestimmte, statt dieser Verschleuderung die Summen zum Schiffbau im Kriege gegen die Aegineten anzuwenden, hatte jeder für seinen Theil zehn Drachmen erhalten sollen, wie Herodot angiebt [118]. Rechnet man mit diesem Geschichtsschreiber dreifsigtausend Bürger in Athen, so betrug das Ganze funfzig Talente (68750 Thlr.); aber mit gröfserer Sicherheit nehmen wir als Mittelzahl der erwachsenen Athener zwanzigtausend, so dafs drei und dreifsig und ein Drittel Talente ungefähr zu vertheilen waren, oder nach Sächsischem Gelde beinahe 46000 Thlr. Dafs die Austheilung jährlich geschah, müfste man den Grundsätzen der Athenischen Ver-

115) Vgl. Aristoph. Wespen 657. ff.

116) Xenoph. v. Eink. 4, 49.

117) Demosthenes gegen Leochares S. 1091

118) VII, 144.

waltung gemäfs auch ohne das Zeugnifs des Nepos [119]) glauben; an Ersparnifs mehrerer Jahre ist also nicht zu denken, eben so wenig an einen bloſsen Ueberschufs; sondern alle Grubeneinkünfte des Staates wurden, weil sie zu keinem andern Zweck angewiesen waren, an die Glieder der Volksgemeine vertheilt [120]). Vorausgesetzt nun, dafs unter diesen Einkünften keine Kaufgelder in Besitz gegebner Bergstücke begriffen und die Einkünfte eines ganzen Jahres gemeint sind, so würde damals die Ausbeute jährlich über achthundert Talente (1,100,000 Thlr.) betragen haben: ich sage über achthundert, weil der Gewinn der Generalpächter bei der Rechnung nicht in Anschlag gebracht ist. Aber nach Polyän [121]), dessen Darstellung ausführlicher ist, hätten die Athener wie gewöhnlich hundert Talente vertheilen wollen, welche die Bergwerke abgeworfen hatten, als Themistokles es unternahm, ihnen dieses abzugewöhnen, und sie beredete, den hundert reichsten Bürgern jedem ein Talent zu geben, um davon ein Schiff zu stellen: würde das Schiff gut befunden, so sollte das empfangene Talent nicht wieder zurückgefordert, im entgegengesetzten Falle aber vom Empfänger erstattet werden: so hätten die Athener hundert vortreffliche und schnelle Schiffe erhalten. Soll diese Erzählung als bloſse Ausschmückung späterer Schriftsteller ganz verworfen werden? Leicht könnte man hierzu geneigt seyn, wenn man erwägt, dafs bei hundert Talenten Staatseinkünften aus den Bergwerken, die etwanigen Kaufgelder abgerechnet, eine jährliche Ausbeute von vier und zwanzig hundert Talenten (3,300,000 Thlrn.) vorausgesetzt würde: welches doch unglaublich ist, obgleich wir wissen, dafs viele Bergwerke im Alterthum, wie die Spanischen und Thasischen, einen hohen Ertrag gewährten. Aber konnte denn Herodot annehmen, die Athener hätten von drei und dreiſsig oder funfzig Talenten zweihundert Schiffe gebaut? oder konnten davon, um der geringern Angabe zu folgen, auch nur hundert Trieren gestanden werden? und was machte man mit den Bergwerksgeldern in den folgenden Jahren, da sie ferner nicht vertheilt werden soll-

119) Themistokles 2.

120) Ich bemerke dies wegen einer Stelle des Aristides in der zweiten Platon. Rede, wo von Ueberschufs geträumt wird. Vgl. *Herald. Animadv. in Salmas. Observ. ad J. A. et R.* VI, 3, 9. Einige diese Geschichte betreffende Stellen späterer Schriftsteller übergehe ich, weil sie nichts Neues enthalten.

121) Strateg. I, 30, 5.

ten [122]). Herodot meinte wohl, die zweihundert Schiffe wären nicht aus den Einkünften eines Jahres, sondern in einer Reihe von Jahren erbaut worden; und so müfsten wir bei Polyän ebenfalls voraussetzen, die hundert Talente wären die Einkünfte mehrerer Jahre, welche man seit Themistokles Rath nicht mehr vertheilt, sondern aufgespart habe, um allmählig hundert Trierarchen jeglichem ein Talent zu geben. Diese Ansicht vereinigt beide Erzählungen und ist aufserdem an sich am wahrscheinlichsten; sogar dafs nach Einigen hundert, nach Herodot zweihundert Schiffe aus den Bergwerksgeldern gebaut werden, kann nach derselben beides wahr seyn, indem, wenn Themistokles Grundsatz längere Zeit befolgt wurde, in einem gröfsern Reihe von Jahren die doppelte Anzahl von Schiffen angeschafft werden konnte, als diejenigen angeben, welche blofs auf die nächsten Jahre sahen. Wenn Diodor [123]) unter dem vierten Jahr der fünf und siebzigsten Olympiade von einem Gesetze des Themistokles spricht, dafs jährlich zwanzig neue Trieren gebaut werden sollten, so ist dieses wahrscheinlich dieselbe Sache, und die Erzählung, welche sonst richtig seyn mag, von diesem sorglosen Schriftsteller in spätere Zeit versetzt worden.

Obgleich die Bergwerke kein freies Eigenthum sind, ist ihr Besitz doch sicher und kommt dem Besitz des freien Grundeigenthums am nächsten. Wahrscheinlich durfte daher die Erbpacht der Gruben nur solchen übertragen werden, welche zum Besitz von Grundeigenthum berechtigt waren, folglich nur Bürgern und Isotelen, nebst Proxenen; denn auch Isotelen können Eigenthümer von Grundstücken seyn [124]), indem sie, die Hoheitsrechte ausgenommen, in allen Dingen den Bürgern gleichstehen: hingegen Fremde im engern Sinn (ξένοι) und Schutzverwandte (μέτοικοι) hatten weder in Athen noch irgendwo in Hellas das Recht des Grundeigenthums. Xenophon ist der Meinung, man sollte wenigstens einzelnen Schutzverwandten, welche würdig schienen, das Recht geben, Häuser zu bauen und Eigenthümer derselben zu seyn [125]); woraus hinlänglich erhellt, dafs

122) Themistokl. 4. Auf den Nepos ist am wenigsten zu geben, welcher sogar von einem Korkyräischen Kriege, statt des Aeginetischen, spricht.

123) XI, 43.

124) Lysias, gegen Eratosth. S. 395. wornach Lysias und Polemarch, beide Isotelen, drei Häuser besafsen.

125) Vom Eink. 2. zu Ende.

sie gesetzlich davon ausgeschlossen waren: das Recht des Grundbesitzes pflegt zugleich mit dem Bürgerrecht der Isopolitie oder der Proxenie durch Volksbeschluſs ertheilt zu werden [126]). Daher kann ein Schutzverwandter auf Grundeigenthum kein Capital mit Sicherheit ausleihen, indem er auſser Stand ist es einzufordern, ehe er Bürger wird [127]): es sey denn, daſs die Volksgemeine dazu ermächtige, wie Byzanz, um seiner gewöhnlichen Geldnoth abzuhelfen, den Schutzverwandten die Berechtigung gab, die Grundstücke, welche ihnen verpfändet waren und deren Eigenthum sie nimmermehr anders hätten erhalten können, zu erlangen, wenn sie den dritten Theil ihrer Schuldforderung an die öffentliche Kasse bezahlten [128]). Daſs nun auſser den Bürgern Isotelen in Besitz von Gruben gesetzt wurden, sehen wir aus Xenophon [129]): die Attische Volksgemeine gab sogar die dazu erforderliche Isotelie, welche eine Vergünstigung und keine Belästigung ist, denjenigen der Fremden oder Schutzverwandten, welche Bergwerke vom Staat übernahmen, zur Aufmunterung von selbst, weil es wesentlich vortheilhaft für die Einkünfte war, wenn viele Bergwerke gekauft und gebaut wurden, und folglich der Zutritt soviel als möglich erleichtert werden sollte: aber ohne zugleich Isoteles zu werden, konnte kein Schutzverwandter oder Fremder eine Grube in Erbpacht erhalten, obgleich ihnen die Zeitpacht der Gefälle verstattet war [130]). Uebrigens mag die Anzahl der Bergwerksbesitzer ziemlich bedeutend gewesen seyn: in der Rede gegen Phänippos werden sie als eine besondere Klasse der Erwerbenden mit den Ackerbauern zusammengestellt. Sie hatten theils einzelne oder wenige Grubenantheile, wie Timarch, Pantänetos und andere, theils viele zusammen, wie

126) Volksbeschluſs der Byzantier bei Demosth. v. d. Krone u. die aus Inschriften gezogenen Beschlüsse, welche Taylor daselbst anführt, Gruter S. CCCCXIX, 2. Beschluſs der Arkader in Kreta bei Chishull Asiat. Alt. S. 119. der Chaleier in Böotien bei Chandler *Marm. Oxon.* II, XXIX, 1. und sonst häufig in Steinschriften.

127) Demosth. f. Phormion S. 946. 4. *ὁρῶν ὅτι μήπω τῆς πολιτείας αὐτῷ παρ' ὑμῖν οὔσης οὐχ οἷός τε ἔσοιτο εἰσπράττειν ὅσα Πασίων ἐπὶ γῇ καὶ συνοικίαις δεδανεικὼς ἦν.*

128) Der sog. Aristoteles im zweiten Buch v. d. Oekonomie.

129) V. Eink. 4, 12. *παρέχει γοῦν (ἡ πόλις) ἐπὶ ἰσοτελείᾳ καὶ τῶν ξένων τῷ βουλομένῳ ἐργάζεσθαι ἐν τοῖς μετάλλοις.* Ἐργάζεσθαι ἐν τοῖς μετάλλοις ist der gewöhnliche Ausdruck von den Besitzern. Die Stelle 4, 22. führe ich nicht an, weil dort bloſse Zeitpächter gemeint seyn können.

[illegible] Alkib. 5.

wie Nikias, Diphilos, Kallias Kimons Schwager, deren Reichthum auf den Bergwerken beruhte. Der Werth einzelner Stücke oder Werkstätten (ἐργαστήρια) war verschieden. Pantänetos kaufte eine vom Staat für neunzig Minen (2062½ Thlr.) [131]; ebenderselbe hatte auf eine andre nebst dreifsig Sklaven hundert und fünf Minen aufgenommen, nämlich auf die Sklaven von Nikobulos fünf und vierzig Minen, auf das Bergwerk von Euergos ein Talent (1375 Thlr.), wofür es von einem andern Privatmanne gekauft war [132]. Bald wird gesagt, es seye nicht mehr gewesen, bald das Gegentheil, und nachher soll es zusammen mit den Sklaven für zweihundert und sechs Minen verkauft worden seyn [133]. Der gewöhnlichste Preis scheint allerdings ein Talent. So mufs der Bergwerksinhaber, welchem die Rede gegen Phänippos geschrieben ist, als die Grube, an welcher er Antheil hatte, dem Staate verfallen war, drei Talente erlegen, für jeden Antheil ein Talent, weil er das eingezogene Gut wieder an sich bringen will [134]. Wie hier mehrere Theilnehmer an einer Grube vorkommen, so auch anderwärts [135]; in der Regel scheint aber diese Gemeinschaft nur eine solche gewesen zu seyn, dafs mehrere zusammentraten, um ein neues Werk zu eröffnen, nachher aber, wenn erzhaltige Stellen gefunden waren, der Raum in verschiedene Werkstätten getheilt wurde, welche alsdann von vielen unabhängig gebaut wurden, indem jeder einen abgesonderten Theil besafs. So trugen also diese Theilnehmer nur so lange Kosten und Schaden gemeinsam, bis sie, was sie suchten, gefunden hatten: indefs kann dieses nicht vor Xenophons Schrift vom Einkommen geschehen seyn, in welcher [136]) zuerst der Rath gegeben wird, zur Unternehmung neuer Werke Gesellschaften zu bilden, welche Glück und Unglück theilten: der verständige Vorschlag scheint Eingang gefunden zu haben. Indessen fand auch eine Gemeinschaft mehrerer in Betreibung einer einzigen Werkstätte statt [137]. An den Gränzen der

131) Demost. gegen Pantän. S. 973. 5.

132) Ebendas. S. 976. Nikobulos hatte auf die Sklaven, Euergos auf den Grubenantheil ausgeliehen. S. 976. 18. S. 972. 21.

133) Ebendas. S. 981. 8. und S. 970. 5. S. 975. 21. S. 981. 8.

134) S. 1039. 20. καὶ τοτελευταῖον νῦν ἐμὲ δεῖ τῇ πόλει τρία τάλαντα καταθεῖναι, τάλαντον κατὰ τὴν μερίδα· μετεῖχον γὰρ, ὡς μήποτ' ὤφελον, κἀγὼ τοῦ δημευθέντος μετάλλου.

135) Vgl. Demosth. gegen Pantänet. S. 977. 21. 969. 11.

136) 4, 32.

137) Wie zu schliefsen aus Dem. gegen Pantän. S. 969. 11. Wenn die Grammatiker das Wort

vom Staate gekauften Grubenantheile mufsten Bergfesten stehen gelassen werden, wie wir bereits gesehen haben.

Wie bei allen andern Gewerben, so wurde beim Bergbau die Handarbeit von Sklaven verrichtet [138]). Dafs freie Bürger in Hellas auch nur von Tyrannen gezwungen Berg- oder Hüttenarbeit gethan hätten, wie behauptet wird, ist unerweislich [139]). Die Römer verurtheilten von Staatswegen zu Sklaven gemachte Verbrecher zum Grubenbau, wie solche in die Sibirischen Bergwerke geschickt werden: in Athen ist diese Strafe ungedenkbar, weil das gemeine Wesen keinen Bergbau auf seine Rechnung oder durch Verpachtung auf eine Reihe Jahre sammt den Arbeitern treibt, welches nur Privatpersonen thun. Wohl aber konnte der Sklave von seinem Herrn, wie mit Arbeit in der Mühle, so durch Verstofsung in die Bergwerke bestraft werden: und allerdings wurden in der Regel nur schlechtere Sklaven zum Bergbau gebraucht, Barbaren und Missethäter. Ihr Zustand war freilich so furchtbar nicht, wie in den Aegyptischen Bergwerken, wo die dazu verdammten Arbeiter ohne Rast angestrengt wurden, bis sie erschöpft den Geist aufgaben: aber ungeachtet in Attika der Freiheitsinn selbst auf Sklavenbehandlung einen milden und wohlthätigen Einfluſs gehabt hatte, sollen doch Myriaden dieser Unglücklichen gefesselt in den ungesunden Gruben geschmachtet haben [140]). Bei dieser Herabwürdigung der Menschheit fühlte aber der Athener so wenig als irgend ein Volk des Alterthums jemals eine Regung des Mitleids: vergeblich suchen wir in den geselligen Verhältnissen der Hellenen Spuren der Humanität, welche ihre Wissenschaft und Kunst athmet: wie das weibliche Geschlecht unwürdig behandelt ward,

ἀπονομὴ erklären wollen, sind sie ungewifs, ob darunter der Antheil des Staates am Ertrag der Bergwerke, oder derjenige, welchen jeder von mehreren Theilnehmern am Gewinn hatte, zu verstehen sey. Wäre letzteres richtig, so müfste hierbei an gemeinsamen Betrieb einer und derselben Werkstätte gedacht werden. Harpokration, und aus ihm Suidas, in ἀπονομή: ἡ ἀπόμοιρα, ὡς μέρος τι τῶν περιγιγνομένων ἐκ τῶν μετάλλων λαμβανούσης τῆς πόλεως· ἢ ὡς διαιρουμένων εἰς πλείους μισθωτοὺς (lies μισθωτὰς, Erbpächter) ἵν' ἕκαστος λάβῃ τι μέρος. Δείναρχος ἐν τῷ πρὸς τοὺς Λυκούργου παῖδας πολλάκις.

138) Diese sind die *familiae* bei Vitruv VII, 7. wo Schneider nachzusehen.

139) Das Beispiel, welches Reitemeier S. 73. anführt, ist nicht Hellenisch, sondern bezieht sich auf einen Persischen Satrapen Pythios oder Pythes von Kelänä in Phrygien, welcher einen ungeheuern Goldschatz gehabt haben soll. S. Herod. VII, 27. ff. u. dort die Ausleger.

140) Athenäos VI, S. 272. E. Plutarch Vergleichung des Nik. und Crassus im Anfang.



wie gegen Ueberwundene Schonung eine seltene Ausnahme machte, so unterdrückte auch gegen die Sklaven Gewöhnung von Jugend auf jede menschliche Empfindung. Kein Weiser des Alterthums, nicht einmal Sokrates, findet Anstoſs an der Sklaverei: Platon will im vollkommenen Staate nur keine Hellenen zu Sklaven gemacht wissen: Aristoteles begründet das bestehende Verhältniſs scheinbar wissenschaftlich. Aber wer wollte den Alten diese Hartherzigkeit nicht verzeihen, welche mit ihren Sitten und Grundsätzen, ihrer Religion, ihrem Gewissen und Völkerrecht übereinstimmt, wenn, nachdem das Christenthum die Herrschaft sanfterer Gefühle und Gesinnungen verbreitet hat, nachdem die sittlichen, religiösen und völkerrechtlichen Ansichten Sklaverei verworfen, die Europäischen Völker sich nicht schämten, dasselbe Verhältniſs wieder einzuführen, und noch in Friedensschlüssen darüber markten und dingen? Wie in Italien und Sicilien, wie in der neuen Welt, war Empörung dieser Sklavenhorden in Hellas weder selten noch ohne Gefahr. Nach Posidonios, dem Fortsetzer der Polybischen Geschichten, ermordeten die Bergsklaven in Attika ihre Wächter, bemächtigten sich der Feste von Sunion und verheerten von hieraus das Land geraume Zeit: ein Vorfall, welcher, wenn Athenäos sich richtig ausdrückte, in die Zeit des sogenannten ersten Sicilischen Sklavenkriegs gesetzt werden müſste, ums Jahr der Stadt 620, als die Römer dieser Insel schon geboten [141]), wahrscheinlich aber ans Ende der einundneunzigsten Olympias gehört, um welche Zeit im *Dekelischen* Kriege den Athenern mehr als zwanzigtausend Sklaven, meist Handwerker, entliefen [142]). Doch möchte Sunion damals schwerlich ein haltbarer Ort gewesen seyn, weil Thukydides sonst die Einnahme desselben durch die Sklaven nicht würde übergangen haben; erst im vierten Jahr der einundneunzigsten Olympiade wurde es zur Sicherung der Getreideausfuhr befestigt, wahrscheinlich nachdem es eben den Sklaven erst entrissen war, deren Verheerungen wohl kaum über einen Sommer hinaus dauerten. Uebrigens waren die in den Gruben arbeitenden Sklaven theils den Bergbauern eigenthümlich, theils gemiethet gegen einen dem Herrn zu leistenden Miethlohn (ἀποφορά) [143]); die Verköstigung fiel dem Miether anheim. Der Kaufpreis der Sklaven war der kör-

141) Athen. a. a. O. u. dort Schweighäuser.

142) Thukyd. VII, 27.

143) Andokid. v. d. Mysterien S. 19.

perlichen und geistigen Beschaffenheit nach sehr verschieden, von einer halben Mine (11 Thlr. 11 Gr.) bis fünf und zehn (114 Thlr. 14 Gr. und 229 Thlr. 4 Gr.): ein gewöhnlicher Bergwerksklave aber kostete nicht, wie Barthelemy behauptet, zu Athen drei bis sechs Minen, sondern in Xenophons und Demosthenes Zeitalter nur hundert fünf und zwanzig bis hundert und funfzig Drachmen (28 Thlr. 15½ Gr. bis 34 Thlr. 9 Gr.) [144]. Wenn Nikias, Nikeratos Sohn, einen Aufseher über die Bergwerke, wie er ihn haben wollte, sogar mit einem Talent bezahlt haben soll [145], so ist darunter ein solcher zu verstehen, welchem er wegen grosser Redlichkeit und Einsicht das ganze Geschäft überlassen konnte, um keines Pächters noch eigener Besorgung zu bedürfen, das ist, ein solcher, der gewiss fast nicht zu bekommen war; hieraus folgt also nichts für den gewöhnlichen Preis. Da nun Sklaven weder theuer zu kaufen noch kostbar zu unterhalten waren, wurde durch die Sklaverei der Bergbau erleichtert: aber weil grösstentheils allein Zwang und Furcht sie zur Arbeit brachte und wenig Aufmunterung gegeben war, musste die Kunst des Bergbaues leiden, abgerechnet das wenige, was freie Aufseher oder Vorsteher thaten; und das Edle, was der Bergbau in neuern Zeiten hat, ging gänzlich verloren. Durch das Miethen der Sklaven floss der Gewinn in mehrere Hände, und auch solche, welchen es sonst an Vorschuss für ein so kostspieliges Geschäft gefehlt haben würde, wurden in den Stand gesetzt, Gruben zu übernehmen.

Manche hatten eine bedeutende Sklavenmenge in den Bergwerken. Nikias, der berühmte und unglückliche Feldherr, nicht der jüngere, wie man sonderbar ausgesonnen, hatte dort nicht weniger als tausend, Hipponikos der dritte, Kallias des Fackelträgers Sohn, sechshundert, Philemonides dreihundert, andere jeglicher nach seinen Umständen [146]. Diese reichen und angesehenen Männer hatten dieselben an Unternehmer verpachtet, welche ärmere Bürger, Isotelen, Freigelassene, Schutzverwandte [147], vielleicht auch manchmal den Besitzern eigene Sklaven seyn mochten, unter der Bedingung, dass der Pächter ausser der Beköstigung der Sklaven von jedem

144) Dieses ist durch Algebra aus Xenophon v. Eink. 4, 23. und durch einen leichtern Schluss aus Demosthenes gegen Pantän. S. 976. herauszubringen. Letztere Stelle ist oben schon berührt worden: mehr über die verschiedenen Sklavenpreise anderwärts.

145) Xenoph. Denkw. d. Sokr. II, 5, 2.

146) Xenophon v. Eink. 4, 14. und daraus Athen. VI, S. 272. E.

147) Vgl. Xenophon a. a. O. 4, 22.

Kopf täglich einen Obolos (11 Pf.) ohne allen Abzug erlege und die Anzahl stets vollständig erhalte und zurückliefere. So empfing Nikias von Sosias dem Thraker täglich eine Mine und zwei Drittel (38 Thlr. 4 Gr. 8 Pf.), Hipponikos eine Mine (22 Thlr. 22 Gr.), Philemonides halb so viel. Unter derselben Bedingung waren nach Xenophon [148]) auch in seiner Zeit noch viele Sklaven in die Gruben verpachtet. Dafs jedoch jenes bedeutende Pachtgeld blofs für die Sklaven bezahlt wurde, finde ich unwahrscheinlich. Rechnet man nämlich dreihundert und funfzig Arbeitstage (und Xenophon, wo er den jährlichen Gewinn von sechstausend Bergsklaven angiebt, nimmt sogar dreihundert und sechzig an, indem er die Schaltmonate in die gewöhnlichen Jahre vertheilt und nur fünf freie Tage abzieht), nimmt man ferner als Mittelpreis eines gewöhnlichen Bergsklaven hundert und vierzig Drachmen an, so würde der Sklave fast funfzig vom Hundert ($47\frac{11}{37}$) seines Werthes Ertrag geben: welches, in Vergleichung mit dem weit geringern Vortheil, den bessere Handwerksklaven ihren Herrn gewähren, unverhältnifsmäfsig zu viel ist, ungeachtet letzteren die Besitzer die zu verarbeitenden Stoffe liefern [149]), zwar gegen Bezahlung ohne Zweifel, aber doch immer mit Aufwand eines Capitals, dessen Zinsen sie wieder herausschlagen müssen. Sollte ein Bergbauer wie Sosias der Thraker nicht lieber ein Capital aufgenommen haben, um Sklaven zu kaufen, als dafs er in einem zweijährigen Zeitraum den ganzen Werth derselben als Miethsgeld bezahlte? Konnte er gegen Bürgschaft Sklaven pachten, so würde er Bürgen auch für eine Geldsumme gefunden haben. Der Ertrag der Sklaven mufste allerdings viel höher seyn als vom baaren Gelde, weil vor ihrem Ableben aufser den Zinsen das Capital wieder herausgeschlagen werden mufs; und da der gewöhnliche Zinsfufs schon zwölf vom Hundert ist, so mufste der Sklave mehr als zwölf vom Hundert abwerfen: aber wie ungeheuer ist der Sprung auf beinahe funfzig! Sollte es also nicht wahrscheinlicher seyn, dafs Nikias und andere, welche unter der genannten Bedingung Sklaven in die Bergwerke vermietheten, nicht für erstere allein, sondern zugleich für die Gruben, als Besitzer der letztern, täglich einen Obolos von jedem Kopf als Pachtgeld zogen? Ein Beispiel solcher Verpachtung des Bergwerks sammt Sklaven liefert die Rede gegen Pantänetos; dreifsig Sklaven nebst

148) A. a. O. 4, 16.

149) Demosth. gegen Aphob. I. S. 816. Aeschines gegen Timarch S. 118., welche Stellen ich anderwärts genauer erwägen werde.

der Werkstätte werden gegen die Zinsen eines Capitals von hundert und fünf Minen verpachtet, zwar eigentlich zum Schein, indem jenes Capital in Wahrheit nur darauf ausgeliehen war, wie unten erhellen wird: aber was einmal zum Schein gethan wird, muſs wirklich Sitte seyn. Und war Nikias nicht Besitzer vieler Bergwerke? Bemerkt doch Plutarch [150], derselbe habe sein Vermögen in diesem gefahrvollen Geschäft stecken gehabt. Wer wird diese Aussage auf Sklavenvermiethung beziehn, bei welcher durchaus keine Gefahr gedenkbar ist, da der Miether die Anzahl jederzeit vollständig zurückliefern muſs und dafür Bürgen stellt? Wozu hätte sich Nikias einen Aufseher der Bergwerke für ein ganzes Talent kaufen sollen, wenn er nicht eignen Bergbau trieb? Selbst seinen Wahrsager soll er dazu nicht weniger als wegen der Staatsangelegenheiten unterhalten haben; wegen der Bergwerke opferte er täglich, und zu ihrem Betrieb hatte er seine Sklavenheerden angeschafft. Aber die eigene Verwaltung mag dem vielbeschäftigten Staatsmann und Feldherrn, zumal bei seinem ängstlichen Wesen, lästig geworden seyn, und er entledigte sich derselben durch Verpachtung von Gruben und Sklaven: eine Annahme, welche wenigstens wahrscheinlicher und einfacher ist, als die andere, die allein noch übrig bliebe, daſs Nikias neben den Sklaven, welche seine eigenen Bergwerke betrieben, noch tausend andere bloſs zum Vermiethen gehalten habe! So dürfte also ein Theil des Pachtgeldes, welches dem Nikias gegen zehn Talente (13750 Thlr.) jährlich abwarf, auf die Bergwerke gerechnet werden. Wenn Xenophon dem Staate vorschlägt, dieselben Vortheile von Sklavenverpachtung zu ziehen, so setzet er wahrscheinlich eine damit verbundene Pacht solcher Gruben voraus, welche noch nicht in Erbpacht gegeben sind; wobei sich von selbst versteht, daſs der Pächter, welcher das Metall gewinnt, auſserdem die Silberrente bezahlte, die auch Nikias und die andern Vermiether ebendemselben ohne Zweifel zuschoben.

So lange die reichern Erze nicht abgebaut waren, mochte der Bergbau den Besitzern auſserordentlich vortheilhaft seyn, zumal da die Preise der Lebensmittel gegen das Metall niedrig standen. Wenn nach Nikeratos Tode, welcher seinen Vater Nikias beerbt hatte, sich weniger Vermögen gefunden haben soll, als erwartet wurde, so galt dessen Vater doch für einen der reichsten Bürger: das Vermögen des Diphilos, eines andern Bergwerkbesitzers, der freilich widerrechtlich selbst die Bergfesten antastete, be-

150) Nikias 4. und Vergl. des Nik. und Crassus im Anfange.

trug bei der Einziehung hundert und sechzig Talente (240000 Thlr.) [151]; ein Reichthum, welcher für Athen und das Zeitalter des Lykurg sehr beträchtlich ist; und gewiſs war in Diphilos Händen sein Vermögen noch gröſser, indem eingezogene Güter selten unbeschnitten an den Staat kamen, und unter dem Preise verschleudert wurden. Jener Kallias, von unedler Geburt und nicht aus Phänippos berühmtem Hause, der aus Liebe zu Kimons Schwester und Gattin Miltiades Buſse von funfzig Talenten tilgte, hatte seinen Reichthum gleichfalls aus den Bergwerken gewonnen [152]; sein Enkel könnte jener Kallias seyn, welcher die Erfindung der Zinnoberbereitung bekannt machte, der also in eigener Person sich um den Bergbau bemühte, und folglich gewiſs nicht der verschwenderische Kallias Hipponikos Sohn ist, noch überhaupt aus dem vornehmen und stolzen Hause, wie Schneider zu glauben scheint. Zu verwundern ist indeſs nicht, daſs besonders in spätern Zeiten, als die Erze ärmer wurden, viele Bergwerksbesitzer Schaden litten, zumal da der Grubenbau in Ermangelung des Pulvers schwierig war, die Maschinerie unvollkommen und geringfügig, und das Hüttenwesen so schlecht eingerichtet, daſs viel edles Metall verloren ging. Zur Zeit als Xenophon über das Einkommen schrieb, waren die meisten Bergwerksbesitzer Anfänger, denen es an Vorschuſs fehlte, um gleich den frühern neue Werke anzulegen; obgleich dies, wie zuvor unter den gesetzlichen Bedingungen frei stand [153]: jedoch vermehrte man damals noch die Arbeiter [154]. Bald nachher unter Demetrios dem Phalerer fehlte es wenigstens an gutem Willen nicht, Mühe und Aufwand daran zu setzen, welchen die menschliche Habsucht stets rege erhält. Sie gruben so eifrig, sagt Demetrios, als glaubten sie den Pluton selbst heraufzuholen, aber sie erhielten gewöhnlich nicht was sie hofften; und was sie hatten, verloren sie [155]: daher man endlich das Graben in der Erde verlieſs und noch al-

151) Leben der zehn Redner im Plutarch Bd. VI. S. 252. Von Diphilos Vermögen erhielt jeder Bürger funfzig Drachmen, welches 19200 Bürger voraussetzt, vollkommen übereinstimmend mit den bewährtesten Angaben. Die Worte des Textes ὥς τινες φασί verdienen keine Betrachtung, sie mögen eingeschoben oder ächt seyn.

152) Plutarch Kimon 4. Nepos Kimon 1. Schneiders nachher berührte Meinung s. zu Xenoph. v. Eink. 4, 15.

153) Xenoph. a. a. O. 4, 28.

154) Ebendas. 4, 4.

155) S. Demetrios und aus diesem Posidonios b. Strabo III. S. 221. Athen. VI. S. 233 D. vgl.

lein die Schlacken und das weggeworfene Gestein benutzte. Außer der nothwendigen Holzzufuhr, wozu wohl der Thorikische Hafen, der andere von Anaphlystos und die beiden von Sunion gebraucht wurden, vertheuerte in schlimmen Zeiten der erhöhte Getreidepreis den Bergbau. Auf die meisten erzreichen Gegenden hat die Ordnung der Natur den Fluch gelegt, Mangel an Getreide zu haben [156]. Athen als Markt von Hellas deckte denselben in seiner Blüthe durch Zufuhr: aber wenn die Seekriege sie hemmten, was besonders seit dem Verlust der Meerherrschaft häufig war, oder weit verbreiteter Miswachs eine Steigerung der Preise hervorbrachte, litten die Bergbauer am härtesten, da sie ganze Familien von Sklaven zu unterhalten genöthigt waren. Kostete der Medimnos Getreide, beinahe ein Berliner Scheffel, unter Solon in Athen eine Drachme (5 Gr. 6 Pf.), in Sokrates und Aristophanes Zeiten zwei bis drei, und unter Demosthenes schon fünf bis sechs Drachmen (1 Thlr. 3 Gr. 6 Pf. bis 1 Thlr. 9 Gr.) ohne besondere Theurung, so wurde der Preis im letzteren Zeitraum sogar so hoch getrieben, daſs die Gerste achtzehn Drachmen (4 Thlr. 3 Gr.) galt [157]. Jetzt verunglückten selbst solche Bergbauer, welche vorher ihr Gewerbe mit Vortheil getrieben hatten: der Staat soll ihnen zu Hülfe gekommen seyn, wir wissen nicht mit welchen Mitteln [158]: aber wir hören doch, daſs Bergwerke um diese Zeit eingezogen wurden [159], ohne Zweifel, weil die Besitzer auſser Stand waren, ihre Verpflichtungen gegen den Staat zu erfüllen, während, wie der Verfasser der Rede gegen Phänippos sagt, die Ackerbauer über die Gebühr sich bereicherten.

Ich wende mich endlich zur Betrachtung einiger rechtlichen Verhältnisse in Bezug auf den Grubenbesitz. Da die Volksgemeine das Eigenthum der Berg-

Diodor V, 37. Demetrios Ausdruck enthielt ein Räthsel, ähnlich dem Homeridischen vom Läusefang: s. d. Ausleger der genannten Schriftsteller, besonders Casaubonus zu Strabo; da aber das Räthselhafte darin selbst ein unauflösliches Räthsel ist, habe ich oben nur den ungefähren Sinn übertragen können.

156) Ein Beispiel geben die Alten an Tharos (s. Archilochos bei den Auslegern zu Herod. VI, 46) und dem glückseligen Spanien, wo nur wenige Orte eine Ausnahme machen: Plin. XXXIII, 21. Strab. III, S. 146.

157) Rede gegen Phänippos S. 1039. 18. S. 1044. zu Ende. S. 1045. im Anf. S. 1048. zu Ende.

158) Ebendas. S. 1048. 27.

159) Ebendas. S. 1039. 20. ff.

Bergwerke hat, so durfte kein Bergstück ohne Anzeige an die öffentliche Behörde gebaut werden; geschah dieses dennoch, so fand gegen den Thäter, als Verletzer des Staates, die jedem freistehende Klage eines uneingeschriebenen Bergwerkes (ἀγράφου μετάλλου δίκη) statt [160]; die Klage konnte aber auch durch Anbringung der Sache bei der Volksversammlung selbst (προβολή) anhängig gemacht werden [161]. Kaufte jemand gesetzmäſsig vom Staate einen Antheil, so muſs derselbe in der bestimmten Frist das Einstandsgeld erlegen: versäumt er sie, so tritt gegen ihn das gewöhnliche Verfahren gegen öffentliche Schuldner ein, zunächst also Ehrlosigkeit, nach Befinden Gefängniſs, ferner Einschreibung mit dem doppelten [162], und wenn die verdoppelte Schuld nicht eingezahlt wurde, Einziehung des Vermögens, mit Vererbung auf die Kinder, bis die Summe getilgt war. Wenn ein Bergwerksbesitzer die Metallrente nicht abtrug, so konnte natürlich der Generalpächter eine öffentliche Klage gegen ihn einreichen; aber das Verfahren gegen den Beklagten muſste von dem gewöhnlichen gegen Staatsschuldner in so fern verschieden seyn, als das gemeine Wesen in jenem Falle vernünftiger Weise nur das Bergwerk, wovon das Vierundzwanzigstel nicht erlegt wurde, nicht das gesammte Vermögen des Schuldners in Anspruch nahm; indem die Verpflichtung zur Erlegung des Kaufpreises auf der Person, und dadurch auf dem ganzen Vermögen des Schuldners beruht, die Verbindlichkeit der Bezahlung der Abgabe aber auf dem Besitz des Bergwerkes allein; daher gewiſs auch keine Gefängniſsstrafe bei säumiger Zahlung der Rente eintrat. Ein klares Beispiel von Einziehung eines Bergwerkes, woran mehrere Theil hatten, ohne daſs das übrige Vermögen der Besitzer dem Staate verfiel, giebt die Rede gegen Phänippos [163]: denn der Sprecher besitzt auſser dem, was ihm entrissen war, noch anderes Vermögen, welches er dem Phänipp zum Umtausch anbietet, ja sogar noch andere Bergwerke [164], welche keineswegs zugleich mit jenem dem Staate zugefallen waren. Nur

160) Suidas u. Zonaras in ἀγράφου μετάλλου δίκη: Εἴ τις οὖν ἐδόκει λάθρα ἐργάζεσθαι μέταλλον, τὸν μὴ ἀπογραψάμενον ἐξῆν τῷ βουλομένῳ γράφεσθαι καὶ ἐλέγχειν.

161) S. Taylor Vorr. z. Demosth. g. Meid. der dieses aus einer Cambridger Handschrift berichtet, welche Zusätze zum Harpokration enthält.

162) Demosth. g. Pantänet. S. 973. oben.

163) S. 1039. 22.

164) Siehe S. 1044.

unter besonders beschwerenden Umständen mochte der Staat gegen solche, welche die Rente nicht erlegten, härtere Strafen eintreten lassen, da vermöge der Natur solcher Rechtshändel die Bestimmung der Buſse in den Händen der Richter lag. Ueberall nämlich beim Bergwesen, wo der Staat verletzt schien, war die Klage eine öffentliche und zwar meistens eine Phasis, wie bei Verletzung des Staats im Emporium, Unterschlagung oder Vorenthaltung öffentlichen Eigenthums, Zoll und Gefällsachen, Sykophantie und Vervortheilung der Waisen, welche unter unmittelbarem Schutz der Regierung stehen [165]). Hieher gehört insonderheit das Untergraben oder Wegbrechen der Bergfesten [166]), wodurch die Sicherheit der Gruben gefährdet und zugleich die Gränze verrückt wurde. Nun hatte aber das Gesetz für einen groſsen Theil der öffentlichen Verbrecher und namentlich alle durch Phasis verfolgte Vergehen keine bestimmte Strafe festgesetzt; sondern der Kläger bestimmte sie in seiner Eingabe, und der Beklagte machte eine Gegenschätzung (ἀντιτίμησις), worauf der Gerichtshof nach Gutbefinden entschied, ohne an die Meinungen der Parteien über die Buſse gebunden zu seyn; die Strafe konnte aber nicht allein auf Geldbuſsen, Ehrlosigkeit oder Verbannung, sondern sogar auf Hinrichtung gesetzt werden, wie Diphilos wegen des begangenen Bergwerkverbrechens mit dem Tode bestraft und sein Vermögen eingezogen wurde. Die Phasis wurde nach Pollux beim Archon, worunter der Eponymos zu verstehen, eingegeben; indessen ist dieser keinesweges der Vorsitzer des Gerichtshofes (ἡγεμὼν δικαστηρίου) in Bergwerkssachen; entweder muſs also angenommen werden, der Eponymos habe jede Phasis angenommen, und sie alsdann der Behörde, welche dem Gericht vorstand, zugetheilt, oder Pollux Behauptung auf die Phasis in Waisensachen beschränkt werden, welche der Eponymos allerdings einleitete [167]). Alle Bergwerksprozesse, mögen sie nun durch Phasis oder auf andere Art angefangen worden seyn, werden von den Thesmotheten eingeleitet [168]): den hiezu bestellten Gerichtshof nennt ein Grammatiker das Berggericht [169]). Die Rede

165) Pollux VIII, 47. Epitome des Harpokr. bei den Ausl. des Pollux, Etymol. Photios und Suidas in Φάσις, *Lex. Seg.* S. 313. 315.

166) *Lex. Seg.* S. 315. φάσις: μήνυσις πρὸς τοὺς ἄρχοντας κατὰ τῶν ὑπορυττόντων τὸ μέταλλον. Vgl. Phot. a. a. O.

167) Pollux VIII, 89. u. andere.

168) Demosth. g. Pantän. S. 976. 18. Pollux VIII, 88.

169) Μεταλλικὸν δικαστήριον, im Inhalt der Rede gegen Pantän. S. 965. 24.

gegen Pantänetos ist eine Paragraphe gegen eine Bergwerksklage; aus ihr erhellt, daſs ein Prozeſs, wie der von Pantänetos als Bergwerkssache anhängig gemachte, unter die monatlichen (δίκας ἐμμήνους) gehörte [170]), das ist, binnen einem Monat entschieden werden muſste, ohne Zweifel damit der Bergbauer nicht von seinem Geschäft zu lange abgezogen würde: eine Begünstigung, welche den Bergprozessen, wie den Rechtshändeln über Handelsachen (δίκαις ἐμπορικαῖς) und Streitigkeiten über Mitgift und zwischen Eranisten (ἐρανικαῖς δίκαις) [171]) zugestanden war. In Handelsachen jedoch, und vermuthlich auch in allen übrigen, war diese Einrichtung erst eingeführt nach Xenophons Schrift vom Einkommen, worin vorgeschlagen wird, Handelsprozessen einen rascheren Rechtsgang zu geben: in den Philippischen Zeiten werden die monatlichen Prozesse als etwas ehemals nicht vorhandenes und neu eingeführtes erwähnt [172]).

Zu den Bergwerksprozessen gehörten alle den Bergbau, namentlich die Gemeinschaft der Gruben betreffende Rechtshändel, und wessen sonst das Berggesetz (μεταλλικὸς νόμος) erwähnte [173]). Ueber letzteres haben wir keine hinlänglichen Nachrichten: wir kennen nur vier Theile desselben, vom Ueberschreiten des Gebietes, vom Verjagen aus dem Geschäft, vom Unterbrennen und vom bewaffneten Angriff; beide letztere waren ohne Zweifel immer Gegenstand einer öffentlichen Klage, der erste wenigstens dann, wenn Staatsgebiet verletzt wurde; aber keinesweges waren überhaupt alle Bergwerksprozesse zu öffentlichen gemacht. Wenn Demosthenes sich richtig ausdrückt, so konnte das Gesetz sogar nur diese vier Punkte enthalten [174]); aber Sachen, welche die Gemeinschaft der Gruben betreffen, gehörten doch auch unter die Bergwerksprozesse [174]), und von ihnen ist nichts in jenen vier Theilen enthalten, man müſste denn annehmen, daſs die Gesetze vom Ueberschreiten des Gebietes und vom Vertreiben aus der Arbeit insbesondere auf Theilnehmer an einer und derselben in verschiedene Werkstätten ver-

170) Rede g. Pantän. S. 966. 17.

171) Pollux VIII, 63. 101. Harpokr. und Suid. in ἔμμηνοι δίκαι, Lex. Seg. S. 257. unten.

172) Xenoph. v. Eink. 3. Rede über Halonesos S. 79. 18. ff.

173) Die einzige Stelle über die Gegenstände der μεταλλικῶν δικῶν ist bei Demosth. g. Pantän. S. 976. 977.

174) S. a. a. O. S. 976. 27—977. 9.

175) A. a. O. S. 977. 20.

einzelten Grube bezüglich wären. Sicher ist nach der Rede gegen Pantänetos, daſs Privatsachen zwischen einem Bergbauer und einem andern Privatmann, welche nicht den Bergbau unmittelbar betrafen, sondern allgemeine Rechtsverhältnisse, wobei ein Bergwerk in Betracht kommt, nicht zu den Bergprozessen gehören, wie wenn ein Rechtshandel entsteht über eine auf Bergwerke geliehene Geldsumme: was sich freilich von selbst versteht. Auch die Klage wegen eines uneingeschriebenen Bergwerkes, und Nichtbezahlung des Einstandgeldes und des Vierundzwanzigstels gehörten nicht zu den Bergsachen, und kommen im Berggesetz nicht vor; sondern die erste fiel ohne Zweifel unter den Gesichtspunkt entwandten Staatseigenthums, die andere richtete sich nach den Gesetzen über die öffentlichen Schuldner, die dritte ward nach den Bestimmungen der Gefällpachtgesetze (νόμοι τελωνικοί) beurtheilt, und diesen gemäſs fand im letzten Falle die Phasis statt. Uebrigens bedarf der Theil des Berggesetzes, worin verboten war, auſserhalb der eigenen Gränzen zu schürfen, oder einen Stollen in fremdes Gebiet zu führen [176]), keiner weitern Erläuterung, wohl aber die übrigen drei. Darunter findet sich die Bestimmung gegen die, welche einen Bergwerksbesitzer aus seinem Geschäft vertreiben (ἐξείλλουσιν ἐκ τῆς ἐργασίας). Austreibung (ἐξούλη) nennt das Attische Recht zunächst die Besitznahme eines fremden Gutes, welches dem rechtmäſsigen Inhaber entzogen wird, vermuthlich jedoch nur eines unbeweglichen [177]): die Klage des Beeinträchten hierüber ist δίκη ἐξούλης: eben dieselbe findet aber statt, wenn einer

176) Im Texte steht ἐπικατατέμνειν τῶν μέτρων ἐντός S. 977. 10. Man hat vorgeschlagen ἐκτὸς zu schreiben, welches allerdings den Sinn klarer giebt, aber doch eine unwahrscheinliche Verbesserung ist. Ἐντὸς scheint gleich dem lateinischen *citra* das Disseits und Jenseits zu bezeichnen, je nachdem der Betrachtende den Standpunkt wählt, wie bei Herodot III, 116. ἐντὸς ἀπέργονται heiſst: sie schlieſsen jenseits von uns betrachtet ab, aber disseits von den Ländern aus, welche abschlieſsen. So heiſst also ἐπικατατέμνειν ἐντὸς τῶν μέτρων jenseits der eigenen Gränzen schürfen, aber disseits der Gränzen in Bezug auf diejenigen, deren Gebiet verletzt wird. Ein anderer Ausdruck für das Ueberschreiten der Gränzen liegt S. 977. unten in den Worten: τοῖς ἔτερον (μέταλλον?) συντετρήκασιν εἰς τὰ τῶν πλησίον. Ob εἰς τὰ τ. πλ. auszustreichen sey, läſst sich schwerlich entscheiden.

177) Nach Hudtwalcker (v. d. Diät. S. 135.), welcher sich auf Suidas stützt, auch eines beweglichen. Allein die Klage über Wegnahme eines beweglichen Eigenthums ist die δίκη βιαίων. Ich glaube daher, daſs die δίκη ἐξούλης nur alsdann auf bewegliches Gut geht, wenn sie eine *actio rei judicatae* ist, und wenn der hypothekarische Gläubiger an der Ausübung des ihm zustehenden Pfandrechtes auf eine bewegliche Sache verhindert wird. Vgl. über die Staatshaushaltung der Athener III, 12.

an der Nutzung dessen, was er vom Staate gekauft, das ist, gepachtet hat, oder an dem Betrieb seines Gewerbes gehindert wird [178]). Wenn ferner Jemand den Besitz einer Sache zugesprochen, und folglich auch die Erlaubniſs erhalten hat, seinen Gegner zu pfänden, und derselbe durch Widerstand an der Besitzergreifung oder Pfändung verhindert wird; wurde dieses als Vertreibung angesehen, so wie das Nichtbezahlen einer Geldbuſse eines Privatmannes an den andern in der festgesetzten Frist: in beiden Fällen findet gleichfalls die δίκη ἐξούλης statt [179]). Allein selbst ohne richterliche Entscheidung hatte der Gläubiger auf die Hypothek, sey sie beweglich, wie Sklaven und Waaren, oder unbeweglich, ein Pfandrecht, sobald die Zahlungsfrist verflossen war; wird ihm Widerstand geleistet bei Ausübung dieses Pfandrechts, so kann er gleichfalls die δίκη ἐξούλης erheben, indem das ihm verschriebene Gut nach dem Zeitpunkt, da er hätte befriedigt werden sollen, unmittelbar als das seinige angesehen wird [180]). So findet auch eine δίκη ἐξούλης statt, wenn einer eine Sache gekauft zu haben behauptet und deshalb darauf Anspruch macht, ein anderer aber als hypothekarischer Gläubiger [181]), wo dem Gläubiger, als einem aus seiner Hypothek vertrie-

178) Pollux VIII, 59. ἡ δὲ τῆς ἐξούλης δίκη γίγνεται, ὅταν τις τὸν ἐκ δημοσίου πριάμενον μὴ ἐᾷ καρποῦσθαι ἃ ἐπρίατο. Suidas in ἐξούλης δίκη: καὶ ἀπ' ἐργασίας δὲ εἴ τις εἴργοιτο, δίδωσιν ὁ νόμος δικάζεσθαι πρὸς τὸν εἴργοντα ἐξούλης.

179) Die Ausübung des Pfandrechtes bei unbeweglichen Gütern und Schiffen heiſst gewöhnlich ἐμβατεύειν: bei Sklaven oder andern beweglichen Sachen kann dieser Ausdruck nicht gebraucht werden. Vom Pfandrecht nach richterlichem Urtheil und von der δίκη ἐξούλης wegen nicht geleisteter Zahlung der Buſse (*actio rei judicatae*) s. besonders Hudtwalcker von den Diäteten S. 134. ff. und in Bezug auf Erkenntnisse der Diäteten und Schiedsrichter S. 152. 183.

180) Daſs der Gläubiger das Recht hatte, ohne richterliches Urtheil sich in Besitz des Pfandes nach Ablauf der Zahlungsfrist zu setzen, wie Salmasius *de M. U.* Cap. 13. annimmt, kann schwerlich geläugnet werden. Ein deutliches Beispiel giebt Demosth. g. Apatur. S. 894. 5. ἔτυχε δὲ οὑτοσὶ ὀφείλων ἐπὶ τῇ νηὶ τῇ αὑτοῦ τετταράκοντα μνᾶς, καὶ οἱ χρῆσται κατήπειγον αὐτὸν ἀπαιτοῦντες, καὶ ἐνεβάτευον εἰς τὴν ναῦν εἰληφότες τῇ ὑπερημερίᾳ, wo von keinem vorgängigen Rechsurtheil die Rede ist. Die Stelle des *Etymol.* in ἐμβατεῦσαι ist nicht entscheidend: aber Suidas in ἐξούλης unterscheidet sehr bestimmt die δίκη ἐξούλης, welche auf einen richterlichen Ausspruch gegründet ist, von derjenigen, welche der Gläubiger anstellte, wenn er bei Ausübung des Pfandrechts verhindert wurde: ἐδικάζετο δὲ ἐξούλης καὶ ὁ χρήστης κατέχειν ἐπιχειρῶν κτῆμα τοῦ χρεωστοῦντος καὶ κωλυόμενος ὑπό τινος. In dem Bodmereivertrag bei Demosth. g. Lakrit. S. 926. wird das Pfandrecht auf die Waare ohne rechtskräftiges Urtheil besonders festgesetzt. Pfändung in Schuldsachen ohne richterliches Urtheil kommt vor Aristoph. Wolk. 34.

181) Pollux VIII, 95. καὶ μήν, εἰ ὁ μὲν ὡς ἐωνημένος ἀμφισβητεῖ κτήματος, ὁ δὲ ὡς ὑποθήκην ἔχων,

benen, diese Klage ganz natürlich zustehen mufste, wenn der Käufer die Hypothek nicht anerkannte. Die Vertreibung aus einem Bergwerke nun kann betrachtet werden als Entreifsung oder Vorenthaltung eines Besitzes, als Verhinderung an der Nutzung des vom Staate gekauften und als Störung beim Betrieb des Gewerbes. Da aber das Berggesetz hierüber besondere Bestimmungen enthielt, so muſs die Vertreibung aus Bergwerken mehr verpönt gewesen seyn, als die gewöhnliche in den allgemeinen Gesetzen verbotene, oder es mufsten den Bergbauern besondere Vorrechte gegeben seyn gegen solche, welche nach allgemeinem Rechte befugt gewesen wären, von ihren Bergwerken Besitz zu ergreifen. Ich glaube, ein Gläubiger, welcher ein Bergwerk zur Hypothek hatte, durfte sich ohne richterliches Urtheil nicht des Pfandrechtes bedienen, wie bei anderer Hypothek: wagte er dieses, so konnte der Schuldner ihm die δίκη ἐξούλης anhängen. Wir finden nämlich, daſs bei Ausleihung der Capitalien auf Bergwerke letztere nicht schlechthin zur Hypothek gegeben werden, wie andere Grundstücke; sondern der Gläubiger wird als Eigenthümer eingesetzt mittelst eines zum Schein gemachten Verkaufs gegen die geliehene Summe, der Schuldner aber als Pächter des Werkes gegen Erlegung der Zinsen des Capitals betrachtet. Mnesikles hatte dem Pantänetos von Telemachos ein Bergwerk nebst dazu gehörigen Sklaven gekauft. Mnesikles ist Pantänetos Gläubiger, aber er erscheint als Eigenthümer des Grubenantheils. Denn als Euergos und Nikobulos auf dieses Werk dem Pantänetos Geld ausleihen wollen, tritt ihnen Mnesikles, nicht Pantänetos, dasselbe ab als Verkäufer: nun werden jene beiden Eigenthümer, und verpachten Bergwerk und Sklaven an Pantänetos, mit Bestimmung der Zinsen des Capitals als scheinbaren Pachtgeldes, und einer Frist zur Heimzahlung der Geldsumme und Aufhebung des Kaufs [182]). Als Pantänetos späterhin den Euergos und Nikobulos befriedigen will, wollen die Käufer, welchen Pantänetos jetzo das Bergwerk überläſst, dasselbe nur unter der Bedingung annehmen, daſs jene beiden sich als Verkäufer desselben und der Sklaven nennen [183]). Nirgends wird nur entfernt ange-

ἐξούλης ἡ δίκη. Warum Hudtwalcker v. d. Diät. S. 145. diese Worte dunkel findet, sehe ich nicht. Uebrigens liegt dasselbe schon in demjenigen, was Suidas in den oben angeführten Worten sagt, nur daſs dieser sich allgemein ausdrückt: κωλυόμενος ὑπό τινος. Dieser τὶς ist in unserm Falle der ἀμφισβητῶν ὡς ἐωνημένος.

182) Demosth. gegen Pantänet. S. 967.

183) Ebend. S. 970. 971. 975. Eine Erläuterung des ganzen Handels giebt Heraldus *Anim. in Salmas. Obss. ad J. A. et R. IV*, 3.

deutet, daſs diese öfter wiederholte Förmlichkeit etwas ungewöhnliches oder besondres gewesen sey. Wozu nun alle diese Weitläuftigkeiten, wenn ein hypothekarischer Gläubiger das Recht hatte, ohne richterliches Erkenntniſs sich in Besitz eines ihm verschriebenen Grubenantheils zu setzen, und wegen Verhinderung an der Pfändung eine *δίκη ἐξούλης* gegen den Schuldner einzugeben? Aber hatte der Gläubiger kein Pfandrecht auf ein Bergwerk, so erfordert die Vorsicht, daſs sich derselbe als Käufer nennen lieſs, um rechtmäſsiger Besitzer des Bergwerks zu seyn, und seine Ansprüche nicht von einem unsichern richterlichen Urtheile abhängig zu machen. Gründe zu einer solchen Begünstigung der Bergwerke in Beziehung auf hypothekarische Schulden lassen sich viele denken; zum Beispiel, daſs nicht der Bergwerksbesitzer, nachdem er vielen Aufwand ohne Erfolg gemacht hat, in einer spätern Zeit, wo er die Früchte seiner Bemühungen erst ernten kann, diese wider Willen verliere, oder der Betrieb der Bergwerke zum Nachtheil des Staats durch solche Besitzergreifung unterbrochen werde. Uebrigens versteht sich von selbst, und kann aus Demosthenes [184]) auch gefolgert werden, daſs Vertreibung aus der Grubenpachtung, welche ein Privatmann von andern übernommen, gleichfalls eine *δίκη ἐξούλης* begründet, als eine Verhinderung am Betrieb des Gewerbes. Die beiden übrigen Theile des Berggesetzes sind sehr undeutlich. Beim Unterbrennen, wie der Hellenische Ausdruck lautet (*ἐὰν ὑφάψῃ τις*) [185]), kann theils an Anzünden der Zimmerung gedacht werden, theils an das den Alten wohlbekannte Feuersetzen, um die zur Unterstützung des Berges dienenden Pfeiler wegzunehmen, nachdem sie mürbe gemacht sind. Worauf sich das Verbot bezog, mit Waffen Bergleute anzugreifen, und wodurch es veranlaſst seyn mochte, kann nicht entschieden werden; gewiſs ist aber, daſs von bewaffnetem Ueberfall, nicht vom Wegnehmen der Werkzeuge oder Geräthe, wie Petitus faselt, die Rede ist [186]).

184) A. a. O. S. 968. 6. und S. 974. Ein Beispiel von Vertreibung eines Besitzers, nicht aber eines bloſsen Afterpächters:, ist in der Rede gegen Mekythos enthalten gewesen. S. Dionys. a. a. O. Anm. 101.

185) Demosth. a. a. O. S. 977. 7. Von dem Feuersetzen bei den Alten kann man, auſser Reitemeier u. andern, nachsehn Ameilhon a. a. O. S. 490. ff.

186) Bei dem erstern Gesetz denkt auch Petitus Att. Ges. VII, 12. an Zimmerung und Bergfesten, drückt sich aber wunderlich darüber aus. Die Worte, *ἐν ὅπλοις ἐπιφέρῃ*, verändert er lächerlicher Weise; schon Wesseling bemerkt, daſs Waffen gemeint sind, nach den Wor-

Als eine besondere Begünstigung des Bergbaues wird insgemein die Steuerfreiheit angesehen, welche die Gesetze dem Vermögen in den Bergwerken gegeben hatten [187]. Die Sache ist unläugbar; [weil sie aber gerade in der Rede gegen Phänippos vorkommt, worin von der Unterstüzung gesprochen wird, welche der Staat den Bergbauern habe angedeihen lassen, könnte man eine augenblickliche Erleichterung darin finden für Jahre, wo die Besitzer harte Schläge getroffen hatten, zumal da Aeschines [188]) behauptet, Timarch habe seine Grundstücke, darunter zwei Bergwerke, verkauft, um durch Versteckung seines Vermögens sich den Liturgieen zu entziehen. Allein da Aeschines seine Worte eben nicht auf die Goldwage zu bringen pflegt, so kann Timarchs Furcht vor den Liturgieen vorzüglich auf seine übrigen Grundstücke bezogen werden, neben welchen nur gelegentlich die Bergwerke angeführt würden: und verpflichteten auch Bergwerke nicht Liturgie zu leisten, so bestärkte doch der Besitz derselben die Meinung vom Reichthum eines Mannes vorzüglich, und die öffentliche Meinung über den Vermögenszustand hatte einen nicht unbedeutenden Einfluſs auf die Ernennung zur Leistung der Liturgieen. In der Rede gegen Phänippos aber würde nicht unterlassen worden seyn zu bemerken, daſs die Steuerfreiheit der Bergwerke erst kürzlich zur Erleichterung der Besitzer eingeführt worden, wenn dieses wirklich der Fall wäre: denn da der Sprecher das Wohlwollen des Volks gegen die Bergbauer vorzüglich in Anspruch nimmt, würde die Anführung der ihnen neulich bewilligten Gunstbezeugung ganz besonders zum Zwecke des Redners gepaſst haben. Statt dessen spricht er allgemein von den Gesetzen, welche die Bergwerke frei gemacht hätten. Wir müssen also vielmehr die Befreiung der Bergwerke von der Vermögensteuer und die Liturgieen als eine durch alte Gesetze längst bestehende Sache ansehen: ob als Begünstigung des Bergbaues, ist eine andere Frage. Sollte die Athenische Volksgemeine aus keinem andern Grunde denn Begünstigung, einer bedeutenden Anzahl der Bürger vom Vermögen in den Bergwerken Befreiung gegeben haben für alle Leistungen, selbst für die Trierarchie, von welcher, auſser den neun Archonten, niemand eine unbedingte

ten: πλὴν εἰ μὴ τοὺς κομιζομένους, ἃ προεῖντό σοι, μεθ' ὅπλων ἥκειν νομίζεις.. Petitus ganzer Artikel über das Berggesetz ist eben so übel gerathen, als die meisten andern.

187) Rede gegen Phänipp. S. 1044. 17.

188) G. Timarch S. 121.

dingte und persönliche Freiheit hatte, sondern nur eine durch Umstände bedingte, wie die Waisen, so lange sie minderjährig sind und ein Jahr darüber, und für die Vermögensteuer, von welcher in der Regel, wenigstens nach Demosthenes, gar keine Befreiung statt findet? Dies ist desto unwahrscheinlicher, je reicher ein großer Theil der Bergbauer in gewissen Zeiten war, und je leichter jeder nach Willkühr durch Ankauf und Betrieb der Bergwerke den Staatsleistungen sich entziehen konnte. Ich meine: als Begünstigung des Bergbaues und der Bergbauer kann das Volk diese Freiheit nicht bewilligt haben, sondern nur aus einer rechtlichen Ansicht. Der Bergwerksbesitzer ist nämlich Erbpächter, welcher das Gut des Staates benützt, für die Erlaubniß der Benutzung eine Summe erlegt hat, aber außerdem einen Theil des jährlichen Ertrags für die Erbpacht zahlt. Vermögensteuer und Liturgieen ruhen aber nur auf freiem Eigenthum, die Bergwerke sind kein solches, sondern dem Staate zinsbarer Besitz, welcher vom Volke gegen gewisse Verpflichtungen übertragen ist: darum wurden sie als steuerfrei anerkannt. Ob übrigens unter dem in den Bergwerken befindlichen Vermögen auch die Sklaven begriffen werden, wage ich nicht zu bestimmen: ein triftiger Grund, warum von ihnen keine Steuer geleistet worden wäre, läßt sich freilich nicht anführen, und ich finde daher wahrscheinlicher, daß unter dem in den Silberbergwerken befindlichen Vermögen nur die einem Bürger gehörenden Grubenantheile verstanden seyen. Eine rechtliche Folge der Steuerfreiheit der Bergwerke ist die Ausschließung der letztern von dem Vermögen, welches in den Umtausch (ἀντίδοσις) einging[189]. Alles bewegliche und unbewegliche Gut der beiden Partheien gehet beim Umtausch von einem auf den andern über, weil Alles bei der Vermögensteuer und den Liturgieen angezogen wird, mit Ausschluß der Silbergruben, weil diese zu keiner dieser Leistungen verpflichten.

Zum Beschluß sey es erlaubt, einen Blick auf Xenophons Vorschläge in der Schrift vom Einkommen[190] zu werfen. Der edle Greis, ungeachtet seiner entschiedenen Vorliebe für Sparta, das Wohl des Vater-

189) Rede gegen Phänipp. a. a. O.

190) Im ganzen vierten Capitel.

landes nicht vergessend, machte nach aufgehobenem Verbannungsurtheil auf die Quellen des Wohlstandes in dem Staate selbst aufmerksam, damit man aus ihnen der Armuth der Bürger zu Hülfe kommen und die nachtheilige Bedrückung der Bundesgenossen ersparen könne, für welche die unbemittelte Lage der Athener zum Vorwand genommen wurde. Gut gemeint ist alles in der kleinen Schrift; aber wie die Vorschläge über die Vermehrung und Begünstigung der Schutzverwandten und die auf den Handel bezüglichen Plane jedem Athenischen Staatsmanne theils unzulänglich und unausführbar, theils gegen die Grundsätze des Staates anstofsend erscheinen mufsten, so blieben gewifs auch die Schwächen der ziemlich ausführlichen Abhandlung über die Bergwerke nicht unbemerkt, und die Volksgemeine konnte schwerlich dadurch bestimmt werden, von der bisherigen Verwaltung derselben im Wesentlichen abzugehn. Wie übertrieben gleich die Vorstellungen über die Unerschöpflichkeit der Attischen Silbergruben seyen, von welchen Xenophon ausgeht, habe ich bereits bemerkt: wahr ist, dafs beim Bergbau durch vermehrte Anzahl der Arbeiter die Einträglichkeit des Geschäftes nicht abnehme, wie bei andern Gewerben durch die Concurrenz; aber ein stärkerer Betrieb erzeugt eine frühere Erschöpfung, und je näher man dieser kommt, desto mehr vermindert sich der Gewinn. Die Furcht, das Silber möchte bei zu starkem Betrieb der Gruben zu häufig und wohlfeil werden, gegen welche Xenophon mit vortrefflichen Gründen kämpft, hatte wahrscheinlich kein Athener jemals. Der Hauptplan aber, welchen Xenophon vorlegt, ist im wesentlichen folgender. Wie Privatpersonen Sklaven in den Bergwerken gegen die tägliche Abgabe von einem Obolos für jeden Kopf verpachten, so stelle das Athenische Volk öffentliche Sklaven auf, und verpachte sie unter denselben Bedingungen, wie einzelne Sklavenbesitzer; und zwar schaffe es so viele an, bis auf jeden Bürger drei kommen, welches etwa sechzigtausend betragen würde. Sehr leicht könne der Staat nicht allein den Kaufpreis aufbringen, sondern auch Pächter und Bürgen finden; es seye nicht zu besorgen, dafs er betrogen werde, da die Sklaven, wenn sie einer dem Staate entziehen wollte durch Ausführung aufser Landes, an der Bezeichnung mit dem Staatsinsiegel leicht erkannt würden, und folglich der Betrüger, oder wer ihm abkaufte, scharfer Bestrafung schwer entgehen könne. Dafs der Staat durch Concurrenz anderer Sklavenver-

mithter leiden würde, befürchtet Xenophon nicht; ob die Privatpersonen, welche dieses Gewerbe treiben, durch Unternehmungen des gemeinen Wesens leiden oder nicht, ist zwar gewöhnlich kein Gesichtspunkt für einen Hellenischen Weisen oder Staatsmann; hätte aber doch gerade hier bedacht werden müssen, wo von der Verbesserung des bürgerlichen Wohlstandes gehandelt wird. Uebrigens sollen zuert zwölfhundert Sklaven angekauft werden: verwende man den Ertrag derselben jährlich auf neuen Ankauf, so werde die Anzahl in fünf bis sechs Jahren auf sechstausend steigen, wobei der Preis eines Sklaven auf ungefähr hundert und fünf und zwanzig Drachmen gerechnet ist. Alsdann betrüge das jährliche Einkommen von der Verpachtung sechzig Talente, wovon vierzig zu Staatsbedürfnissen, zwanzig zum fortgesetzten Ankauf von Sklaven benutzt werden könnten. Wäre die Zahl auf zehntausend angewachsen, so zöge der Staat jährlich hundert Talente: man könnte aber noch mehr halten, da die Gruben nicht würden erschöpft werden, und vor dem Dekelischen Kriege eine sehr grofse Sklavenmenge in Attika gewesen sey. Indessen müsse man dieselben nicht auf einmal anschaffen, um sie nicht theuer zugleich und schlecht zu bekommen, auch nicht zu viele, sondern nur die jedesmal erforderliche Zahl in die Bergwerke thun. Hier widerlegt sich meines Bedünkens Xenophons Ansicht sehr leicht. Dafs aufser den Privatsklaven jemals sechzigtausend öffentliche in den Silbergruben konnten untergebracht werden, ist ungedenkbar: und hätten aufser jenen zehntausend öffentliche auch Arbeit gefunden, was sich bezweifeln läfst, so würden einer so grofsen Anzahl von Händen die Erze bald ausgegangen seyn. Xenophon bemerkt noch, dafs die Staatskasse überdies von den Marktgefällen, den Schmelzofen, das ist dem ausgeschmolzenen Silber, und den öffentlichen Gebäuden bei dem vermehrten Gewerbe und der gestiegenen Bevölkerung mehr Einkünfte gewinnen, und der Werth der Grundstücke in dem Bezirk der Silbergruben so hoch steigen würde, als in den Umgebungen der Stadt. Unter andern Betrachtungen macht er endlich die verständigen Vorschläge über das sicherste Unternehmen neuer Werke. Der Staat solle jedem der zehn Stämme eine Anzahl Sklaven zutheilen: jeder Stamm grabe nach Erzen, Vortheil aber und Schaden sey gemeinschaftlich: was der eine findet, kommt alsdann allen zu gute; finden zwei, drei,

vier oder gar die Hälfte, so seye der Bau bereits vortheilhafter: dafs alle unglücklich seyn sollten, liefse sich den vergangenen Erfahrungen gemäfs nicht erwarten. Eben so könnten Privatpersonen zu demselben Endzweck zusammentreten, wobei nicht zu besorgen sey, dafs diese und der Staat einander Schaden zufügten.

Ueber
den Mythos von den ältesten Menschengeschlechtern.

Von Herrn Ph. Buttmann *).

Um bei Erklärung der alten Mythen sich so wenig als möglich von dem rechten Wege zu entfernen, ist nichts so nützlich, als daſs man stets die Augen auf den Mythen anderer Völker behalte, um durch die Analogien, die sich auf diese Weise unfehlbar darbieten, manches Licht aus der Fremde zu empfangen, das in der Heimath der Mythen selbst, die man untersucht, sich verborgen hat; wobei sich denn freilich am Ende häufig ergiebt, daſs das, was man für bloſse Uebereinstimmung ähnlicher Verhältnisse halten könnte, Uebereinstimmung wirklicher Verwandtschaft durch Abstammung ist. Und daſs dies namentlich so sey zwischen der griechischen Mythologie und der hebräischen, welche letztere ein Zweig ist der gröſstentheils verloren gegangenen südwestasiatischen: das sehe ich als eine Wahrheit an, deren Evidenz schon im Wesentlichen erworben ist, deren fernere Belege aber doch immer noch willkommen sind.

Einzelne Schilderungen in den ersten Perioden des Menschengeschlechts nach der hebräischen Sage haben, so wie andern, so auch mir in meinen früheren Abhandlungen Gelegenheit dargeboten, die nach Metallen benannten Menschengeschlechter der griechischen Poesie zu vergleichen. Dies etwas vollständiger durchzuführen ist mein gegenwärtiger Zweck, wozu ich die griechische Sage etwas genauer aufzufassen suchen und bei dieser Gelegenheit vollständiger behandeln werde.

*) Vorgelesen den 10. März 1814.

Wie bei allen so auch bei dieser Sage mufs man sich nämlich hüten, Vorstellungen, welche durch die spätern Dichter erst festen Fufs gefafst haben, für die ursprünglichen zu halten. Uns hat Ovid gewöhnt, die vier Alter, das goldene, silberne, eherne und eiserne, in allmählichen Gradationen von kindlicher Unschuld und Seligkeit zu unserm verbrecherischen und mühseligen Zeitalter übergehn zu lassen. Allein eben dieses allmähliche und doch abgetheilte, was durch keine feste sinnliche Punkte gehalten wird, zeugt wider das Alterthum dieser Darstellung, in welcher nur spätere Dichter, als in einem Felde willkürlicher Phantasie, sich gefallen konnten. Natürlich gehört zu diesen jüngern auch Aratus. Dieser erwähnt indessen nur drei Geschlechter, das goldene, silberne, eherne. Während des ersteren wohnet die Dike völlig unter den Menschen; unter dem zweiten weit schlechteren erscheint sie nur um die Menschen zu strafen; wie das eherne entsteht, da entflieht sie gänzlich vor den Gräueln der Sterblichen. In diesem Gemälde zeigt sich schon weit mehr festes, und man könnte es für das alte halten, wenn nicht das eigenthümliche in der Darstellung des Hesiodus in seinen Werken und Tagen unsere Aufmerksamkeit auf sich zöge. Eine ältere Quelle kann für uns nicht existiren, wenn gleich, durch viele Beispiele gewarnt, wir uns auch hier wieder hüten müssen, die Erzählungen dieser für uns ältesten Dichter nicht mit der Entstehungszeit der Fabeln selbst zu verwechseln; wozwischen noch ein grofses Feld dichterischer Industrie verbreitet ist, deren Produkte erst in Homer und Hesiod fragmentarisch auf uns gekommen sind. So ist es auffallend und fast dem Erweiterungssystem späterer Dichter angemessen, dafs Hesiodus uns fünf Geschlechter förmlich zuzählet. Im goldenen natürlich stimmen alle Dichter im Wesentlichen mit einander überein. Hesiodus setzt es ausdrücklich unter Kronos Herrschaft; ihm aber eigenthümlich ist, dafs die Menschen desselben, nachdem sie der Erde entrückt worden, als wohlthätige, fromme, irdische Geister unten den Menschen walten. Das silberne schildert er keinesweges als einen allmählichen Uebergang vom ganz guten zum schlechten. Die Menschen desselben sind an Leib und Seele schon durchaus schlecht; sie leben in Weichlichkeit, Trägheit und Thorheit, kränken und beeinträchtigten sich untereinander selbst, und bringen nicht einmal den Göttern die gebührenden Opfer: darum entrücket Zeus auch diese. Auch sie sind seitdem selige Geister, aber sterbliche, unterirdische, vom zweiten Range, denen jedoch auch Ehre gebührt. Nun folgt das eherne. Dies

wird als ein furchtbares wildes Geschlecht geschildert, dessen Menschen sich bei ihrer ungeheuren Stärke mit nichts als Krieg und Gewaltthaten abgeben. Merkwürdig ist, daſs, offenbar zur Begründung der Benennung nach Metallen, von ihnen ausdrücklich gesagt wird, sie hätten alles von Erz verfertigt, und Eisen sei nicht gewesen. Dies Geschlecht vertilgt sich endlich unter sich selbst; aber es wird nicht gesagt, welche Rolle sie nach ihrem Tode spielen. Es folgt ein viertes Geschlecht, das Hesiodus nach keinem Metalle benennet, und in dessen Schilderung er von allen andern Dichtern, wovon etwas auf uns gekommen ist, darin wieder sehr abweicht, daſs er dieses Geschlecht ausdrücklich als weit gerechter und trefflicher als das vorhergehende auftreten läſst. Es ist nämlich das Geschlecht der Heroen oder Halbgötter, d. h. der Göttersöhne, durch welche die Thaten geschehen sind, welche die epische Poesie in den Thebanischen und Trojanischen Kriegen verherrlicht hat. Hesiodus läſst dies ganze Geschlecht nach ihrem Tode auf den Inseln der Seligen wohnen; und schlieſst nun mit einer Klage über das fünfte oder eiserne Geschlecht, ein mühseliges und schamloses, worunter zu leben er verdammt sei. Er sagt voraus, daſs auch dieses einst, nach Erreichung des höchsten Grads der Bosheit, den er hier umständlich ausmalt, untergehn werde, ohne hinzuzusetzen, was dann erfolgen werde.

Es ist, dünkt mich, augenscheinlich, daſs diese Abfassung der Fabel, so alt sie auch ist, doch schon vielfältige Modificirungen einer weit älteren enthält. Schon gleich die Zahl von fünf Geschlechtern widerspricht durchaus der Einfachheit einer ersten Erfindung, und noch weit mehr ist dieser entgegen die alles Ebenmaaſs zerreiſsende Einschaltung des vierten von keinem Metall benannten zwischen dem ehernen und eisernen. Es ist ganz unmöglich, daſs, wer zuerst die Idee bekam, die verschiedenen Menschenalter nach Metallen zu benennen, eines dazwischen ohne solchen Namen gelassen hätte. Endlich ist es undenkbar, daſs ein erster Erfinder die Benennungen nach Erz und Eisen motiviren, und die nach Gold und Silber unmotivirt lassen sollte. Zwar begründet sich von selbst die Benennung nach dem Golde. Aber wie ungleich und unzusammenhangend sind nun sämmtliche Motivirungen, wie durchaus unähnlich einer ersten Erfindung! Das erste Geschlecht heiſst das goldene, weil jene Menschen an Unschuld und Seligkeit vorglänzen wie unter den Metallen das Gold; die zweiten das silberne, weil sie jenen weit nachstehn; die dritten das eherne, weil

sie zuerst in Erz arbeiteten; endlich die fünften das eiserne, weil in diesem Zeitalter zuerst das Eisen aufkam.

Vor einem kleinen Mißverständniß muß ich hier warnen, das sich hauptsächlich erst durch unsern Sprachgebrauch festgesetzt hat. Obgleich, da die verschiednen Geschlechter des Mythos alle eins aufs andre folgen, jedes Geschlecht auch ein Zeitalter ist, so ist doch in der alten Fabel nur von **Geschlechtern**, nicht von **Zeitaltern** die Rede. Dies gilt bei den Griechen durchaus: und bei der Benennung nach Metallen, z. B. beim Golde, liegt nicht der Begriff einer höchst glücklichen, seligen Zeit, sondern eines reinen und edlen Menschengeschlechts zum Grunde. So heißt es also bei Hesiodus:

> *Χρύσεον μὲν πρώτιστα γένος μερόπων ἀνθρώπων*
> *Ἀθάνατοι ποίησαν.*

> Ganz zuerst ein goldnes Geschlecht der redenden Menschen
> Schufen die ewigen Götter;

daher noch wörtlicher bei Aratus *χρύσειοι πατέρες*; und daher sogar, bei kindlicher Auffassung des Mährchens, der Mißverstand, daß die Menschen wirklich aus jenen Metallen gemacht gewesen, worauf sich einige Scherze Lucians beziehen, die ohne diese Voraussetzung ganz leer wären [1]). Auch bei den Lateinern ist, wenn sie in diesem Zusammenhange *aetas* sagen, noch das Geschlecht zu verstehn; daher Ovid: *Aurea prima **sata** est aetas;* und nur weil bei ihnen die Sage von der glücklichen Zeit Italiens unter Saturn unabhängig von jenem Mythos sich ausbildete, bekam der darauf übergetragene Ausdruck *saeculum aureum* jenen andern Begriff, der sich nun bei uns festgesetzt hat, indem wir von einer **goldnen** Zeit sprechen, so oft wir eine Zeit des Flors in irgend einer Beziehung nennen wollen.

Wir kehren zu der Hesiodischen Erzählung zurück. So laut sprechende Spuren diese auch hat von sehr bedeutenden Entstellungen des Urmythos, so haben wir doch nun einmal keine ältere. Trachten wir also, aus ihr selbst, mit Hülfe der wenigen Winke, die uns sonst woher kommen, der ersten Erfindung auf die Spur zu kommen. **Apollodor** läßt das eherne

1) *Saturnal.* 8. ὑπὲρ τίνος γὰρ ἂν καὶ ἐπίττευον, αὐτοὶ ὁλόχρυσοι ὄντες; — τῶν ἀνδρῶν ἐκείνων τῶν χρυσηλάτων —. 20. αὐτοὺς ἐκείνους φασὶ τοὺς ἄνδρας χρυσοῦς εἶναι.

eherne Geschlecht durch die Deukalionische Flut umkommen. Eine Notiz, die dort ganz unerwartet kommt, da er des Mythos von den metallenen Geschlechtern weder vorher noch nachher mit keiner Silbe erwähnt. Die Ursach liegt wol darin, weil, sobald aus den alten Dichtungen eine umfassende und der Vollständigkeit ähnliche Mythologie sich bilden sollte, jener Mythos gar nicht recht hinein zu verweben war, wenn man nicht absichtlich den ganzen Zusammenhang von Kronos, den Titanen, Zeus, Prometheus, Pandora und Deukalion (denn innerhalb dieser Namen würden die ganzen drei ersten Geschlechter fallen), wie er in der Theogonie des Hesiodus liegt, zu jenem Zweck erst modeln wollte, wozu die älteren Dichter nicht kalte Künstler genug waren. Voſs, zu Virgils 6. Idylle, 41, versucht so etwas, wobei aber gewiſs seine Meinung nicht ist, einen ältesten konsequenten Zusammenhang dieses Theils der Mythologie herstellen zu wollen, sondern nur eine Skizze zu entwerfen, wie etwa ein späterer mit Dichter- und Schönheitssinn begabter Geist sich das Chaos der alten Sagen einigermaſsen in Einklang brachte; oder doch wie man es noch könnte. In des ganz unpoetischen Apollodor Seele kam aber so etwas nicht: was also mit den gangbarsten Mythen, die er kompilirte, nicht recht historisch zusammen sich fügte, darüber schlüpfte er weg. Das also ist aus ihm, als einem solchen Schriftsteller, klar, daſs er eine Darstellung jenes Mythos vor Augen hatte, wodurch derselbe mit der darauf folgenden Menschengeschichte so in Verbindung gesetzt war, daſs die Flut das eherne Geschlecht vertilgte, und Deukalion nun ein neues Menschengeschlecht stiftete.

Es hat sich uns ferner in der Hesiodischen Darstellung von selbst dargeboten, daſs die Aufzählung von fünf hinter einander folgenden Geschlechtern etwas gehäuftes und die Einheit des Plans zerstörendes hat; ferner daſs das Eisen der Idee nach ganz überhängt. Dagegen gewähren die drei ersten Geschlechter etwas in sich zusammenhangendes und für sich schon vollständiges, womit die drei Metalle, sobald wir darüber wegsehn, daſs das mittlere Geschlecht, für sich betrachtet, dem Werthe des Silbers nicht eben entspricht, ganz gut stimmen. Denn in jene einfache Zeit gehören zu einer solchen poetischen Idee durchaus nur diese drei Metalle, das Gold und das Silber, als die edleren zur Zierde dienenden, und das zum gemeinen Gebrauch bestimmte Erz, neben welchem das Eisen, auch wenn es im Gebrauch war, so wenig als etwas besonderes sich darbietet, als das Zinn oder das Blei. Verbinden wir hiemit, daſs Aratus nur diese

drei Geschlechter allein aufführt. Man kann zwar sagen, dieser Dichter höre mit dem ehernen auf, weil er bei diesem auf den Punkt kam, der die ganze Episode in sein Gedicht brachte, nämlich auf das Aufsteigen der Dike von der sündigen Erde nach dem Himmel, wo sie jetzt als Jungfrau schwebt. Aber eben in diesem Punkt liegt auch die poetische Vollendung des Mythos; und Aratus hätte unmöglich diese drei Geschlechter so mit Liebe ausmalen können, wenn er sich nicht bewufst war, dafs er einen vollständigen Mythos gab. [a])

Ich glaube also annehmen zu können, dafs die drei ersten Geschlechter den eigentlichen in sich vollständigen Mythos bildeten, und dafs er, trotz der Ausdehnung, die er in der Hesiodischen Erzählung bekommen, auch in seiner ursprünglichen Kürze fortdauernd sich erhalten hatte, und Aratus ihn so auffafste. Denn vielfältig sehen wir ja in den Monumenten und Fragmenten alter griechischer Dichtkunst, dafs neben den Gesängen von Homer und Hesiod sich Sagen und Mythen genug aus gleichem und höherm Alter erhalten hatten, deren die nachfolgenden Dichter sich bedienten, um weder allzubeengt durch das gangbare, eignen Reizes zu entbehren, noch zu sehr in den Schein willkürlicher Erfindung zu verfallen. Und so ergiebt sich mir also aus allem obigen vereint folgendes.

Es bestand ein alter moralischer Mythos, der von drei uralten Menschengeschechtern sprach, deren das erste das Ideal von Seligkeit, das letzte das Ideal von Gottlosigkeit war. Dieser Mythos hatte aber nicht zum Zweck zu zeigen, wie die Menschen allmählich so böse geworden wie sie jetzo sind. Dahin haben ihn erst späte Dichter, wie Ovid, verflacht. Dieser Vorstellung widerspricht geradezu die völlige Vertilgung des dritten Geschlechts, in welcher die Notiz im Apollodor mit der im Hesiodus übereinstimmt (wenn gleich die Art der Vernichtung verschieden ist), und welcher Aratus Darstellung nicht entgegen ist. Die moralische Absicht war, das Verhalten der Gottheit zu der Bosheit im Menschengeschlecht darzu-

a) Dafs mit dem Ehernen Geschlecht der Mythos seine Vollendung hatte, das wufsten oder fühlten die Uebersetzer des Aratus. Germanicus hat statt des Verses Οἱ πρῶτοι κακοέργον ἐχαλκεύσαντο μάχαιραν in seiner Nachbildung diesen: *Ferrique invento mens est laetata metallo.* Ihm ist also das Erz und Eisen poetisch ganz dasselbe. So auch Festus Avienus in seiner Umarbeitung (v. 341.) *Atque cruentus amor chalybis subit.* Ja der älteste von allen, Cicero, spricht geradezu statt des ehernen vom eisernen Geschlecht in diesem Vers, den er selbst anführt *de Nat. Deor.* 2, 63. *Ferrea tum vero proles exorta repente est.*

stellen, und ganz insbesondere die Lehre, daſs wenn die Bosheit ihren Gipfel erreiche, die Götter die Menschen vertilgen. Sollte diese auf alterthümlich wirksame Art gegeben werden, so muſste so wie die Unschuld, so auch das Laster in seinem vollen Umfange schon einmal da gewesen und die Vertilgung schon einmal erfolgt seyn. Der Mythos war also mit dieser aus. Die Anwendung auf das jetzige Menschengeschlecht ergab sich von selbst; aber ein Theil selbst der ursprünglichen Dichtung war sie wol nicht; denn sonst hätte der Dichter nach dem Strafgericht den zweiten Kreis wieder förmlich mit einem goldnen Geschlecht beginnen und seine Mitwelt ins zweite oder dritte setzen müssen. Was aber der erste Dichter nicht gab, das fand sich später hinzu, nur freilich nicht ohne Nachtheil der Einheit und des Ebenmaaſses. Sobald nämlich dieser Mythos seine Stelle in dem Fabelkreis der Volksbelehrung einnahm, so war es natürlich, daſs die Anwendung sich historisch daran knüpfte. Hiezu bot sich die überall bestehende Sage von einer groſsen Erdüberschwemmung von selbst als Verbindung dar. Und nun erst ergab sich auch gleichsam von selbst wirklich eine kleine Analogie zwischen diesem zweiten Cyklus und dem ersten, da alle Ueberlieferung die Vorfahren als eine Heroenwelt schildert, von welcher die jetzige ausgeartet sei. Auf diese Art erwächst uns die Hesiodische Darstellung unter den Händen, wenn gleich in dieser die Sündflut fehlt, und Hesiod, der diese Dichtung hier ganz unabhängig von der gewöhnlichen mythischen Geschichte vorträgt, einer andern Darstellung folgt, nach welcher das eherne Geschlecht sich unter sich selbst vernichtet. Dieser zweite Cyklus entspricht dem ersten, aber ohne ihn zu wiederholen; eben weil jener ideale Dichtung ist, dieser hingegen aus wirklicher Ueberlieferung und täglicher Erfahrung entnommen. So wie die Trefflichkeit und das Leben der Heroen ganz verschieden sind von der Schilderung des goldnen Geschlechts, so geht auch die Ausartung ihrer Nachwelt einen andern Weg, als dort beim zweiten und dritten Geschlecht. Jene ging durch Trägheit und Gewaltthätigkeit: die jetzige Welt gewährt das Bild der Mühseligkeit und der Schamlosigkeit. Jene hatte der mythische Vortrag in zwei Alter getrennt; hier hält den Dichter die Wirklichkeit fest, und er läſst die Ausartung in Einem Geschlecht auf den Gipfel losgehn. Die Verderbniſs gestaltet sich dort als einfache Ideale in wenig Zügen; hier malt sie der Dichter mannigfaltig aus, weil sie ihm näher liegt, nicht um einen höhern Grad der Bosheit nach dem ehernen Geschlecht auszudrücken. Das

eherne Geschlecht hatte jenen Gipfel in seiner Art erreicht, das jetzige wird es in der seinigen. Sehr sichtbar aber und absichtlich dargelegt ist zwischen beiden Cyklen die Analogie in dem Zustand nach dem Tode: denn nachdem das eherne Geschlecht bloſs als vertilgt und namenlos vom Hades aufgenommen geschildert war, wird dem Heroengeschlecht wieder ein seliges gottähnliches Leben auf den Inseln des Oceans zu Theil, geringer zwar, aber doch analog dem Zustand derer vom goldnen Geschlecht, die heilige Dämonen sind; dem eisernen hingegen wird wieder eine bloſse Austilgung, wie jenem ehernen, verkündet (Ζεὺς δ' ὀλέσει —). Kurz, durch den ganzen Vortrag vom vierten und fünften Geschlecht spricht sich eine Anwendung des alten Mythos auf die wirkliche Welt aus; eine Moral, die in eine Fortsetzung der Erzählung selbst übergegangen ist. Spätere Dichter verwandelten nun den so fortgesetzten Mythos in einen nothwendigen Zusammenhang sämmtlicher Alter; und damit dieser den Anfoderungen der Kunst genüge, so ward das vierte Geschlecht herausgeschliffen, und durch leichte Schattirungen dem ganzen Mythos eine gleichmäſsige Haltung vom goldnen Alter bis zum eisernen gegeben. Dabei ergriffen sie Hesiod's bloſs dunkele Andeutungen von künftiger Vernichtung und einer analogen Wiederkehr; und so rundete sich bei ihnen erst die Vorstellung ab, daſs immer eine Reihe Alter ein groſses Weltjahr ausmache, mit dessen Verflieſsung das letzte Geschlecht jedesmal untergehe, und immer wieder ein neues goldnes Geschlecht entstehe: eine Vorstellung, die dem ersten Erfinder ganz fremd war [3].

3) Voſs zu *Virg. Ecl.* 4, 5—7. p. 185. u. 187. ist nicht dieser Meinung, sondern nimmt an, daſs die älteren Dichter, und namentlich Hesiodus, schon ganz eigentlich einen Umlauf und Wiederkehr von vier Weltaltern sich gedacht hätten. Ich will nicht bestreiten, daſs, wenn Hesiod's eisernes Geschlecht gleich auf sein ehernes folgte, es sich, bei der ausführlichern Ausmalung, die er dieser seiner Mitwelt giebt, auch als schlechter denn jenes betrachten lieſse. Aber so folgen sich nun einmal jene Alter bei ihm nicht. Daſs in der Fabel vor Hesiodus vier Geschlechter gewesen, und er sein viertes eingeschoben hätte, ist ganz undenkbar: denn wie konnte ein Dichter, wenn er die Schilderung von vier ordentlich abstufenden Altern vorgefunden hätte, diese klare Idee so gänzlich vernichten? Bei ihm selbst ist aber, wie gesagt, kein Umlauf von vier Altern, sondern nur eine schon einmal erfolgte Wiederholung der Erscheinung, daſs auf ein gutes Geschlecht verderbte Geschlechter folgen, die, wenn sie ganz verrucht geworden, ausgerottet werden. Dies ist geschehn mit dem ehernen Geschlecht; er sagt es voraus für die jetzige Welt; und so ergab sich freilich auch die Aussicht, daſs vermuthlich dann wieder ein neues besseres Geschlecht beginnen werde. Dies scheint der Dichter auch auszudrücken, wenn er den Uebergang zum eisernen Geschlecht mit diesem Wunsche macht,

Wenn wir also nun die drei ersten Geschlechter, als für sich vollständig den alten Mythos bildend und abrundend, vor uns nehmen, und die Darstellung des Aratus von einer in drei regelmäſsigen Stufen erfolgten Ausartung mit der des Hesiodus von den drei ersten Geschlechtern allein vergleichen, so ist, wie bereits angedeutet worden, kein Zweifel, daſs die Aratische, so poetisch sie auch seyn mag, doch die neuere ist. Denn war diese Idee erst da, so war es gar nicht möglich, daſs aus dieser sogleich jedem sich empfehlenden ganz glatten und leichten Darstellung die Hesiodische, für die man gar keine rechte Begründung sieht, erst umgebildet werden konnte; wohl aber umgekehrt. In dieser Hesiodischen bildet nämlich das silberne Geschlecht nicht sowohl einen Uebergang zum ehernen, sondern vielmehr einen Gegensatz dazu, so jedoch, daſs beide auf zwei entgegengesetzten Wegen der Schlechtheit von dem goldnen sich entfernen. Darum heiſst es sogleich beim silbernen, es sei weit schlechter (πολὺ χειρότερον) gewesen als das goldne, und vom ehernen nur, es sei dem silbernen in nichts ähnlich (οὐδὲν ὁμοῖον) gewesen. Ja man würde nach den Ausdrücken des Dichters beide Geschlechter als von dem guten Ideal gleich entfernte böse Ideale ansehn können, wenn nicht aus dem Umstand, daſs ihnen als

Μηκέτ' ἔπειτ' ὤφειλον ἐγὼ πέμπτοισι μετεῖναι
Ἀνδράσιν, ἀλλ' ἢ πρόσθε θανεῖν ἢ ἔπειτα γενέσθαι.

Wär' ich selber doch nicht ein Genoſs der fünften der Männer,
Sondern, wo nicht gestorben zuvor, doch später geboren.

Diese letzten Worte haben etwas sonderbares. Gleich als wenn das eiserne Geschlecht bei seinen Lebzeiten entstanden wäre, dem er also durch frühen Tod hätte entgehn können. Soll der logisch richtige Sinn, der hier erfoderlich ist, „hätte ich doch entweder im vorigen Geschlecht gelebt, oder lebte erst im künftigen," in die Worte kommen, so müssen wir sie so fassen, daſs er diese zweierlei Lebenszeiten, deren eine er sich wünscht, jede durch den der Gegenwart nächsten Punkt bezeichne, also durch den Tod im vorigen und durch die Geburt im künftigen Geschlecht. Dies ist aber ein Zwang, der mich fast geneigter macht anzunehmen, Hesiodus habe hier eine Alltagsformel der Klage über schlechte Zeiten gebraucht, ohne an deren buchstäbliche Anwendung zu denken. Nimmt man aber dies an, dann ist fühlbar, daſs auch aus dem ἔπειτα γενέσθαι kein sicherer Schluſs auf die gewisse Vorstellung der Wiederkehr einer bessern dem goldnen Alter analogen Zeit gemacht werden kann. Auf keinen Fall lag diese, als zum Sinn der Fabel gehörig, deutlich in seiner Phantasie, denn sonst muſste sie sich am Schluſs auch deutlich aussprechen. Eben so wenig liegt jener Umlauf in der Aratischen Darstellung. Und wenn überhaupt der Cyklus, wie Voſs ausdrücklich will, von vier Altern, so alt und gangbar gewesen wäre, so würden nicht, wie wir oben gesehen haben, Cicero und Germanicus, in ihren Uebersetzungen des Aratus, das eiserne Geschlecht so ruhig mit dem ehernen in eins werfen.

abgeschiedenen Geistern doch einige Ehre gelassen wird, hervorginge, dass der Dichter ihnen, auch als Menschen, noch einige Vorzüge vor den ehernen giebt.

Fassen wir also, ohne uns durch irgend eine Form des Vortrags irre machen zu lassen, die Schilderung in sich selbst auf, so erhellet, dass wir hier die Dichtung eines alten Weisen vor uns haben, der die jedem natürlichen Verstand einleuchtende Wahrheit erkannte, dass das Ideal der Unschuld nur eins, das der Schuld hingegen mannigfaltig ist. Darum stellt sich seiner Seele nicht der allgemeine Uebergang vom Guten ins Böse, sondern, so wie die Unschuld weicht, gleich ein Verfall in zwei entgegengesetzte Extreme dar, und zwar in die, welche in jenem einfachen Leben hauptsächlich sich darbieten, die träge Weichlichkeit und die freche Gewaltthätigkeit.

Sobald man indessen dies, so wie es doch wirklich da liegt, gefasst hat, so fällt es auf, warum diese Extreme als auf einander folgend dargestellt werden. Weder ist begreiflich, wie das gewaltthätige Geschlecht aus dem weichlichen entstanden ist, noch, wenn man sich wörtlich an den naiven Ausdruck des Dichters hält, wornach die Götter beiderlei Menschengeschlechter gemacht haben (Δεύτερον αὖτε γένος — Ἀργύρεον ποίησαν —, Ζεὺς δὲ πατὴρ τρίτον ἄλλο γένος — Χάλκειον ποίησε —), kann man sich in die seltsame Vorstellung der Gottheit finden, welche, nachdem ihr das zweite Geschlecht missrathen, ein drittes noch ärgeres macht. Hier liegt zuverlässig mangelhafte Auffassung und Fortpflanzung dessen zum Grunde, was ein alter Naturdichter konsequent und wahr erfunden hatte. Dieser, der einsah, dass aus der Tugend in der Verderbniss, gleichsam durch chemische Zersetzung, die verschiedenen Laster zugleich hervorgehn, hatte dies höchst wahrscheinlich so ausgedrückt, auf das unschuldige Geschlecht seien zwei andere gefolgt, das weichliche und das gewaltthätige Geschlecht. Diese lassen sich aber nicht anders denken als neben einander; nämlich als ein Unterdrücker-Geschlecht, das alles übte, und ein Schmerzen-Geschlecht, das alles duldete; und höchst wahrscheinlich liess er dieses endlich aufgerieben werden von jenem, das also freilich das letzte blieb und von den Göttern nun wieder durch die Sündflut vertilgt ward. Nun sieht man, wie es nur einer leichten Verschiebung bedurfte, um die Vorstellung von drei schlicht auf einander folgenden Geschlechtern und Zeitaltern entstehn zu lassen, und so eine andere, aber oberflächliche Regelmä-

fsigkeit in die Erzählung zu bringen. Die verlorene Consequenz des Ganzen ward nun durch eine partielle Consequenz in jedem einzelnen Geschlecht ersetzt. Das Schmerzengeschlecht erduldete nun seine Schmerzen von einander selbst:

ἄλγε' ἔχοντες

Ἀφραδίαις· ὕβριν γὰρ ἀτάσθαλον οὐκ ἐδύναντο
Ἀλλήλων ἀπέχειν.

Schmerzen erduldend

Durch unsinniges Thun: nicht mäſsigen gegen einander
Konnten sie frevelnden Trotz.

und das Gewaltthätige zerstörte sich unter einander selbst: daher auch ein Theil der Erzähler die Sündflut entbehren konnte, und die Fabel sich so, wirksamer sogar, mit gänzlicher gegenseitiger Vertilgung dieses dritten Geschlechts endigte.

Freilich sehen wir in jenen alten Gedichten gewöhnlich die Stärke und die kriegerischen Vorzüge fast als die einzige Tugend auftreten, und es kann daher auffallen, von zwei ausgearteten Geschlechtern gerade das schwächere im Hesiodus doch einigermaſsen geehrt zu sehn. Allein es ist eben so klar, daſs gegen jene herrschende Ansicht des kriegerischen Alterthums das harmlose Geschlecht der Barden und Weisen in fortdauernder Opposition ist, und jede Gelegenheit ergreift, seinen Abscheu gegen die Kriege und gegen die wilde ungebundene Uebermacht an den Tag zu legen. Ihnen ist also ein Geschlecht, das zwar aus Unverstand sich vielfältig zankt und neckt, aber sonst doch Liebhaber stillen häuslichen Genusses, und von jener heillosen Zerstörungssucht frei ist, immer noch dem Geschlechte der Räuber und Mörder weit vorzuziehen; und die Stufenfolge der drei ersten Geschlechter im Hesiodus ist also, wenn wir in Absicht der Bosheit das erste mit Null und das letzte mit Zehn bezeichnen, nicht wie bei Aratus 0. 5. 10, sondern 0. 9. 10.

Wie wenig befriedigend die Motivirung der Metallnamen im Hesiodus ist, haben wir schon bemerkt. Aber auch nun wir die Fabel auf die drei ersten Geschlechter beschränkt haben, ist die schlechte Stelle, welche das besonders im Alterthum so hochgeachtete Silber einnimmt, höchst auffallend; und es bleibt immer noch unmöglich, daſs die Idee dieser durchgehenden Vergleichung auf einmal entstanden sei. Aber allmählich, und

gleichsam Stück vor Stück angeboten, läſst man sich ein kleines Miſsverhältniſs gefallen. Ergreifen wir den Wink, daſs Hesiodus selbst die Benennung des ehernen Geschlechts umständlich motivirt:

> *Τοῖς δ' ἦν χάλκεα μὲν τεύχεα, χάλκεοι δέ τε οἶκοι,*
> *Χαλκῷ δ' ἐργάζοντο.*

> Diesen war von Erz das Gewehr, von Erz auch die Häuser,
> Und sie bestellten mit Erz.

und verbinden damit die noch fühlbarere Begründung im Aratus (130. 131.):

> *οἱ δ' ἐγένοντο,*
> *Χαλκείη γενεή, προτέρων ὀλοώτεροι ἄνδρες,*
> *Οἳ πρῶτοι κακόεργον ἐχαλκεύσαντο μάχαιραν*
> *Εἰνοδίην.*

> wieder entstand nun
> Ganz von Erz ein Geschlecht, verderblicher noch denn jene,
> Welche zuerst aus Erz das schreckliche Messer geschmiedet,
> Drauſsen zum Morde bestimmt.

so kommen wir sofort auf den richtigen Weg. Die ehernen Häuser im Hesiod sind nur wunderbare Ausmalung des Namens. Unter dem *χαλκός* ist, wie gewöhnlich, das Metall und die Metallarbeit überhaupt zu verstehn, welche dieses unternehmende Geschlecht erfand; wodurch denn sofort das mordende Schwert, die Gewalt und der Krieg über das Menschengeschlecht kamen. Daſs die Erfindung der Kunstarbeit die Quelle alles Erden-Elends sei, ist ja der Sinn so mancher Dichtung: so auch dieser. Das gottloseste Geschlecht hat die Künste, hat das Metall erfunden, sich mit Erz bewaffnet und den Krieg in die Welt gebracht: darum heiſst es das eherne; ursprünglich also keinesweges als Gegensatz gegen andre Metalle. Dieser Witz trat erst hinzu. Weil nämlich das Ideal der Bosheit das eherne Geschlecht hieſs, so nannte man, ohne auf die Begründung dieses Namens zu achten, das Ideal der Reinheit das goldene; und nun war es genug, daſs das zweite Geschlecht zwischen beiden lag, um es das silberne zu nennen. Nun begreift man um so besser die Aenderung, welche der Mythos bei den späteren Dichtern erfuhr. Denn diesen, die mehr räsonirten, war es Bedürfniſs, die Verhältnisse der Metalle und der Geschlechter in das völlige Ebenmaaſs zu bringen: und so entstand das sorgsam abstufende System.

Mit

Mit dem Erze also oder dem Kupfer, woraus in einer langen Periode des Alterthums fast alles gemacht ward, schloſs die ältere, obgleich schon auf die dargelegte Weise modificirte Fabel für sich, und war auf diese Art vollständig und rund. So wie sie aber der übrigen mythischen Erzählung angepaſst ward, und das neue, seit Deukalion vorhandene Menschengeschlecht als ein viertes hinzutrat, da war es wieder eben so natürlich, daſs man das Spiel mit den Metallen fortspielte. Die Eisen-Arbeit galt für eine spätere Erfindung; man schied sie also aus dem Begriff der Metallarbeit überhaupt, die im ehernen Geschlecht lag, und theilte sie diesem letzten Geschlechte zu. Wie dieses sich wieder in zwei Perioden theilt, das haben wir oben gesehen. Aber hier lieſs das Gleichniſs, auch noch so leichtsinnig gefaſst, den Dichter im Stiche. Harmlos lieſs also Hesiodus, oder wen er zum Vorgänger mag gehabt haben, sein viertes Geschlecht ohne solche Benennung stehn. Der ganz späten Dichtung war das Eisen sehr willkommen. Als ein schlechteres, oder ein härteres Metall denn das Erz, ist es in der Hesiodischen Erzählung offenbar nicht zu fassen, da dort das eherne Geschlecht schon seinen Gipfel erreicht hatte. *De duro est ultima ferro* donnert dagegen Ovid. Denn nun war das groſse Weltjahr in vier schön abstufende den Jahreszeiten entsprechende Weltalter abgeschliffen. Wie das Sonnenjahr begann es mit einem goldenen Frühling, und endigte mit einem schwarzen, eisernen Winter.

Behalten wir nun den aller frühern und spätern Zusätze und Abänderungen entkleideten alten Mythos, so wie wir ihn im obigen zu entwikkeln getrachtet haben, im Auge, und werfen einen vergleichenden Blick auf die Hebräische Mythologie, so finden wir zwar ein entsprechendes System von verschiedenen Menschengeschlechtern dort nicht; aber so wie wir unsere Aufmerksamkeit darauf gewandt haben, daſs in Absicht des moralischen Sinnes der Mensch im Paradiese und das Goldne Geschlecht ein und dasselbe sind, so dürfen wir nur aus dem Paradiese heraustreten, um denselbigen Gang der Ideen unter Formen zu erblicken, die nur im Unwesentlichen verschieden sind. Einzelne Spuren, die ich aber damals noch nicht verfolgen konnte, zeigten sich mir schon bei meiner Behandlung des Mythos von Kain und Abel. Ganz unabsichtlich erinnerte ich dort, daſs um den Uebergang vom Stande der Unschuld zum Brudermord in dem Raume vom Vater zum Sohn richtig zu beurtheilen, man erwägen müsse, daſs die Allegorie ganze Geschlechter und Zeiten auf Individuen koncentrire;

Adam und Eva seien die Stellvertreter des Menschengeschlechts im Stande der Unschuld, dem goldnen Alter der Griechen; Kain und Abel die des Menschengeschlechts im Stande der Sünde, der von den Griechen wieder in zwei oder drei abstufende Alter getheilt werde, bis sie in das eiserne gelangen, wo der Bruder den Bruder tödtet. Ich zeigte ferner aus innern entscheidenden Gründen, daſs Adam und Eva, Kain und Abel, einen zwiefachen, aber zusammenhangenden und in sich vollendeten Mythos bilden, welcher oberhalb von der Schöpfungsgeschichte und unterhalb von der Nachwelt ursprünglich gänzlich getrennt sei. Eben so haben wir in der gegenwärtigen Untersuchung dargethan, daſs der Mythos von jenen Urgeschlechtern ein für sich bestehender sei, der unabhängig entstand von den geogonischen und theogonischen Mythen, die man vor ihn gepflanzt hat, und von aller mythischen Geschichte nachher. Eine natürliche Kritik zeigte uns, daſs die drei ersten Geschlechter die einzigen des ursprünglichen Mythos sind; und die höchste innere Wahrscheinlichkeit führte uns darauf, daſs das zweite und dritte Geschlecht neben einander bestanden haben müssen. Kann nun eine Übereinstimmung vollständiger seyn, als die zwischen dem Goldnen, Silbernen, Ehernen Geschlecht, und den eben so viel Geschlechter repräsentirenden Personen Adam, Abel, Kain? Wir müssen dabei nicht vergessen, daſs die Hebräische Mythologie, eben so wie die Griechische, ein aus mancherlei älteren Erzählungen gebildeter Fabelkreis war, und daſs die mosaische Geschichte davon nur einen sehr schmalen nach bestimmten Absichten zugerichteten Auszug enthält. Wir denken uns gewöhnlich Abel als einen frommen Mann, im scharfem Gegensatze gegen Kain. Die Bibel sagt davon nichts. Vielmehr, da es doch sonst so gewöhnlich in diesen Büchern ist, durch solche Ausdrücke: „er that was dem Herrn wohlgefiel," „er führte ein gottseliges Leben," diesen Begriff zu erwecken, sind wir durch dieses Stillschweigen berechtigt, den Gegensatz gegen Kain einzig im Temperament zu suchen: wir müssen ihn ruhig und still, im Gegensatz der rauhen Wildheit des andern, annehmen; aber wir brauchen uns nicht zu scheuen vorauszusetzen, daſs er in den vollständigen Erzählungen, die der mosaischen vorausgingen, zugleich träg und weichlich geschildert ward: eine Ansicht, die noch begünstigt wird durch das bequeme Schäferleben, im Gegensatze von Kains Ackerbau, aus welchem mühsameren Betrieb die Erfindung der Künste entsprang. Und in dem einzigen Umstande, daſs Gott Abels Gabe gnädig ansah, Kains aber nicht, liegt durchaus nichts,

als dafs der alte Dichter jenem Temperamente hier eben so den Vorzug giebt, wie der Griechische Mythos der Eigenschaft des zweiten Geschlechts durch die Rolle, die er den Geistern desselben nach dem Tode beilegt.

Eine ganz unerwartete Bestätigung gewähren dieser Ansicht die Namen der beiden Brüder, an deren buchstäblichen Sinn ich eben dort, ohne an diese Anwendung zu denken, gemahnt habe. Kain heifst der Spiefs und Abel der Schmerz. Also haben wir hier genau das Lanzengeschleht und das Schmerzengeschlecht, das wir in dem gewöhnlichen Mythos erkannt haben, wo die *ἄλγεα* des Silbernen Geschlechts *), und die *χάλκεα τεύχεα* des Ehernen **) oder die *εἰνάδιη μάχαιρα* desselben bei Aratus, gewifs nicht mit Unrecht von mir als Spuren der uralten Charakterisirung beider Geschlechter hervorgehoben worden sind, die sich nun auch in jenen so ganz entsprechenden Hebräischen Namen kund thun.

Dafs ein allegorischer Mythos, in welchem einzelne Personen ganze lange Geschlechter repräsentiren, bei der nachherigen Anreihung sämmtlicher Mythen, ohne Mifsverständnifs nicht an die Spitze der Geschichte des Menschengeschlechts sich stellen läfst, ist begreiflich. Bis zu der alles vertilgenden Sündflut, welche auch die dortige Ueberlieferung darbot, mufste also die sündige Vorwelt gedehnt werden; und jene Repräsentanten ganzer Geschlechter traten nun als Stammväter auf; obgleich die biblische Genealogie nur von Kain eine Reihe Nachkommen aufführt, die sich, zur Bestätigung unserer Vergleichung, endigt mit den Erfindern der Künste, namentlich der Metallarbeit. Zu Erhaltung aber des Samens des Guten sorgt diese Mythologie für eine genealogische Reihe einzelner Frommen bis auf Noah, an deren Spitze sie einen eignen Sohn des Adam setzt: vielleicht auch dies ein Beweis, dafs Abel, der ja eben so gut an der Spitze einer Stammreihe stehn konnte, nicht in dem vollen Sinne eines Gerechten, wie ihn die Zeit nach dem Falle noch zuläfst, gedacht wurde.

Ergänzen wir also den Mythos in seiner Vergleichung mit dem Griechischen und in seiner Verbindung mit der Folgezeit so: Adam und Eva, die in dem Stande der Unschuld dem goldnen Geschlecht der Griechen entsprechen, zeugen, nachdem sie durch ihren Sündenfall das Uebel in die Menschheit gebracht, in diesem ihren sündigen Zustand zwei Söhne, in welchen sich die im

*) ἄλγε' ἔχοντες Ἀφραδίαις.

**) Τοῖς δ' ἦν χάλκεα μὲν τεύχεα —.

gefallenen Adam allgemein gedachte Sünde zwiefach äufsert, den wilden, harten, ehernen Kain, und den stillen, aber weichlichen und trägen Abel, der viel Schmerz von seinem Bruder erlitt, und endlich von ihm erschlagen ward. Von ihnen ging die sündige Vorwelt aus, und von Kains Geschlecht, dem verruchtesten, wurden die Künste und die Metallarbeit erfunden. Aber auch das Gute, dessen der Mensch noch fähig ist, erhielt sich von einem dritten Sohne Adams aus, dem Seth, durch eine Reihe einzelner Menschen bis auf Noach, der diesen Samen durch die Flut auf ein neues Menschengeschlecht brachte. Dieser von Seth ausgehenden Reihe, die natürlich kein Menschengeschlecht in jenem Sinne des Wortes bildet, ist ebenfalls etwas entsprechendes in der griechischen Mythologie, da wir uns den von der Gottheit geretteten Deukalion als das letzte Glied einer ähnlichen Reihe neben oder unter jenen Geschlechtern zu denken haben; wenn gleich das widerspruchsvolle genealogische System der Mythologen ihn und die Pyrrha unmittelbar zu Kindern des Prometheus und des Epimetheus und der Pandora macht, zwischen welchen Personen der bekannte Mythos spielt, den ich in einer früheren Abhandlung als eine unverkennbare Modifikation des orientalischen Mythos vom Sündenfall dargelegt habe.

Das bisher beigebrachte reicht hin, um auch hier die historische Verwandtschaft des orientalischen und griechischen Mythos von der erst unschuldigen, dann sündigen und zuletzt vertilgten Vorwelt darzuthun. Weitere Spuren von dem Uebergang desselben aus jener Form in diese, und aus einem Lande in das andere, fehlen und sind entbehrlich. Da wir indessen schon ein paarmal Fragmente von **phrygischer** Mythologie zwischen der südasiatichen und der griechischen in der Mitte gefunden haben *); so ist die Vermuthung vielleicht nicht ganz verwerflich, dafs in diesem durch seine Metallarbeiten so früh bekannten Lande, in dessen Nähe auch das Vaterland des Eisens und der Eisenarbeit war, dafs, sage ich, in diesem schon der Mythos jene mit der Vergleichung der Metalle spielende Form erhielt, und dafs die kleinasiatischen Griechen, zu welchen Hesiod's Vater gehörte, ihn so von den Phrygiern empfingen.

Wir wenden uns wieder zu der griechischen Fabel, um noch einen merkwürdigen Nebenzug der Hesiodischen Erzählung zu betrachten. Dies

*) Die vom **Annakos**, als deutlicher Wiederholung der von Henoch (Abh. von Kain etc.) und die vom phrygischen Noach auf den Münzen von Apamea Kibotos (Abh. von der Sündflut.)



ist die bei ihm allein hinzutretende Bestimmung, daſs die abgeschiedenen Seelen der Menschen des Ersten und *Zweiten* Geschlechtes als Dämonen oder Geister fortdauernd walten, und zwar die ersteren irdische Dämonen wohlthätiger Art seien, die das Recht beschützen, die andern unterirdische sterbliche Selige (*μάκαρες θνητοί*) von zweitem Rang, aber auch der Ehre theilhaftig. Hier fällt es sehr auf, daſs in einem so alten Volksdichter von zwei Reihen göttlicher oder geistiger Naturen die Rede ist, von welchen doch, so viel mir bekannt ist, durchaus nichts in den gangbaren religiosen Gebräuchen der Griechen weiter bemerklich ist. Denn offenbar sind diese Dämonen verschieden von den Heroen, von deren Verehrung so viel im Alterthum vorkommt, und die nachher besonders erwähnt werden. Auch findet man nie, daſs mit dem Namen Heroen andre Wesen bezeichnet wurden, als Individuen aus der mythischen Zeit seit Deukalion, deren Name sich in den verschiedenen Stämmen, Städten, Familien etc. erhalten hatte. Die Benennung Dämonen begreift zwar in ihrer engern Bedeutung auch bei den nachfolgenden Schriftstellern göttliche Wesen niedern Ranges; aber sobald man sich etwas bestimmtes darunter dachte, so waren es die Nymphen, die Winde, und andre die Gegenstände der Natur belebende Wesen; auch wohl andre einzelne Gottheiten dieses Ranges, die vermöge alter Ueberlieferung bei einzelnen Stämmen irgend einem Gegenstand oder Geschäft vorstanden; wobei auch nicht zu leugnen ist, daſs man zu gleicher Zeit an das Daseyn einer Menge Gottheiten glaubte, die den Menschen nicht bekannt geworden, und welche alle unter dem Namen Dämonen begriffen sind. Aber die Hesiodische Stelle geht auf einen ganz bestimmten Glauben und eine Art wirklicher Verehrung von zwiefachem Grade. Seine *δαίμονες* und *μάκαρες θνητοί* haben etwas den *geniis* der italischen und den Engeln der orientalischen Religionen ähnliches, wovon bei den Griechen der älteren Zeit, wo noch keine fremde Superstitionen sich eingeschlichen hatten, keine Spur ist. Ich halte dies daher mit für einen Beweis, daſs dieser Mythos aus dem Orient kommt, und daſs ihn Hesiod hier aus einer diesem Ursprung näheren Quelle vorträgt. Denn der Grieche war empfänglich für alle alte Sagen, er leugnete keines der göttlichen Wesen, wovon ihm eine Kunde zukam; aber er verehrte in jener alten und reinen Zeit nur die, von welchen er eine eigne National-Erfahrung hatte.

Hesiodus brachte indessen diesen so vorgetragenen Mythos nicht ohne bestimmte Absicht unter die Griechen. Er gefiel ihm des morali-

schen Gebrauches wegen, den diese überall umher schwebenden göttlichen Beschützer des Rechts dem Volkslehrer gewährten. Darum kommt er auch auf diesen Zug noch einmal mit einiger Wiederholung, aber auch mit kleinen Zusätzen, zurück, wenn er *v.* 252. *ff.* zu Warnung der Könige sagt:

> Τρὶς γὰρ μύριοι εἰσὶν ἐπὶ χθονὶ πουλυβοτείρῃ
> Ἀθάνατοι Ζηνὸς, φύλακες θνητῶν ἀνθρώπων,
> Οἵ ῥα φυλάσσουσίν τε δίκας κ. τ. ἑ.

> Dreifsigtausend ja sind auf der Nahrung sprossenden Erde
> Zeus unsterbliche Boten, der sterblichen Menschen Behüter,
> Welche die Obhut tragen des Rechts u. s. w.

Wie ähnlich sind diese von Zeus ausgeschickten Götter den Engeln der jüdischen und christlichen Religion? Aber wenn sie bei den Griechen im gangbaren Glauben gewesen wären, so könnte es ja nicht fehlen, dafs, wie in der Bibel allerlei Erscheinungen und Einwirkungen der Engel, so auch bei Homer und allen folgenden Dichtern und Schriftstellern, eben dergleichen von jenen Rechts-Wächtern und Tugendbeschützern vorkämen. Allein überall sehn wir nur die bekannten Gottheiten walten und handeln; und nur erst die ganz späten Dichter, bei welchen schon mannigfaltiger Einflufs, theils fremder Religionen, theils mystisch-philosophischer Lehren, sichtbar ist, kommen hie und da auf jene Hesiodische Lehre zurück (s. *Heins. Introd. in* Ἐργ. κ. Ἡμ. *c.* 7.). Nämlich viele der Sänger jener ältesten Zeit waren in Absicht ihrer Zeitgenossen eben das, was späterhin die Philosophen. Sie trugen keineswegs blofs die gewöhnlichen Vorstellungen, blofs die gangbaren und einheimischen Religionslehren vor. Sie holten nützliche Lehre in jeder Form überall her, vorzüglich also in jener epischen Zeit die Mythen anderer Stämme und Nationen, welche solche Lehren in sich schlossen. Und Hesiodus tritt hier mit diesem Mythos und mit seinen göttlichen Wächtern genau auf, wie ein Plato jener Zeit [4].

4) Diese Ansicht möge vor jeder übereilten Kritik der Verse 122. ff. und 252. ff. abhalten, dergleichen schon Brunck gewagt hat. Die erstere Stelle lautet in allen Handschriften und Ausgaben so:

> Τοὶ μὲν δαίμονές εἰσι Διὸς μεγάλου διὰ βουλὰς
> Ἐσθλοὶ ἐπιχθόνιοι, φύλακες θνητῶν ἀνθρώπων,
> Οἵ ῥα φυλάσσουσίν τε δίκας καὶ σχέτλια ἔργα
> Ἠέρα ἑσσάμενοι πάντῃ φοιτῶντες ἐπ' αἶαν,
> Πλουτοδόται. καὶ τοῦτο γέρας βασιλήϊον ἔσχον.

Die zweite Erwähnung dieser Dämonen gewährt uns übrigens auch noch den deutlichen Gegensatz zu dem θνητοί, welches an der erstern Stelle die Geister des zweiten Geschlechts zum Beiwort haben. Also haben wir nun einen vollen Zusammenhang. Die Geister des Ersten Geschlechts allein heiſst er Dämonen, und dafür die des Zweiten μάκαρες Selige. Ich glaube jedoch nicht, daſs diese, selbst den höchsten Göttern überall zukommende Benennung hier den untern Rang bezeichnen soll; vielmehr zeigt das nachher mit Nachdruck erst beigefügte δεύτεροι, daſs δαίμονες und μάκαρες als Synonyme nach Maaſsgabe des Verses stehn. Aber das ist nun klar, daſs jene ersten wirklich unsterbliche Gottheiten sind, die andern aber in die Klasse derer gehören, denen ein zwar langes aber doch beschränktes Daseyn bestimmt ist, wie z. B. vielen Nymphen, (s. *Plut. de Orac. def. c.* 11.). Ich erinnere hier an meine Darstellung der Paradies-Dichtung, und daſs, wie ich zeigte, in der Idee des Paradieses auch die Unsterblichkeit des darin wohnenden Menschen lag; denn er würde, wenn es gedauert hätte, immer den Baum des Lebens genossen haben. Dies war also eine verscherzte Unsterblichkeit. Bei der Gestaltung des griechischen Mythos, wo

Die andere so:

> Τρὶς γὰρ μύριοί εἰσιν ἐπὶ χθονὶ πουλυβοτείρῃ
> Ἀθάνατοι Ζηνὸς, φύλακες θνητῶν ἀνθρώπων,
> Οἵ ῥα φυλάσσουσίν τε δίκας καὶ σχέτλια ἔργα
> Ἠέρα ἑσσάμενοι πάντη φοιτῶντες ἐπ' αἶαν.

Die zwei ersten Verse der ersten Stelle führt Plato im *Cratyl. p.* 398. a. und nach ihm andere, so an:

> Οἱ μὲν δαίμονες ἁγνοὶ ἐπιχθόνιοι τελέθουσιν
> Ἐσθλοὶ, ἀλεξίκακοι, φύλακες θνητῶν ἀνθρώπων.

Diese Schreibart hat man empfohlen und aufgenommen, und Brunck hat die beiden folgenden Verse Οἵ ῥα φυλάσσουσιν — ἐπ' αἶαν herausgeworfen, als aus der zweiten Stelle hieher verpflanzt. Alles mit groſsem Unrecht. Die platonische Lesart, wenn sie nicht geradezu als eine Anführung aus dem Gedächtniſs anzusehen ist, ist auf jeden Fall nur eine der tausend Abweichungen, welche in diesem alten Gedichte sich von Alters her finden muſsten, und deren besondere Entstehung wir in der folg. Note deutlich wahrnehmen werden. Auf das Διὸς μεγάλου διὰ βουλάς bezieht sich in der andern Stelle das Ἀθάνατοι Ζηνός, ein Ausdruck, den ich ebenfalls nicht angerührt zu sehn wünsche, da der Genitiv deutlich diesen Sinn ausdrückt: Zeus unsterbliche Boten. Die zwei doppelt vorkommenden Verse aber stehn jedesmal an ihrer rechten Stelle; das erstemal, weil es dem Dichter gleich anfangs darauf ankommt, die volle Schilderung dieser Geister zu geben; das andremal, weil er sich deutlich auf jene beziehen muſs, und nichts schicklicheres wiederholen kann, als was zur Warnung der Könige, die er hier anredet, am wirksamsten ist.

die Sünde ganz auf die folgenden Geschlechter fiel, erhielt jene Unsterblichkeit, welche, wie man sieht, in der Ur-Idee des sogenannten Goldenen Geschlechts lag, volle Realität. Jenes Menschengeschlecht lebt fort als unsterbliche Gottheiten.

Der Ausdruck:

καὶ τοῦτο γέρας βασιλήϊον ἔσχον,

und solches war ihr königlich Ehramt,

steht eben so in deutlicher Beziehung auf den Vers vom zweiten Geschlecht:

Δεύτεροι, ἀλλ' ἔμπης τιμὴ καὶ τοῖσιν ὀπηδεῖ.

Als die Zweiten; jedoch ward ihnen auch Ehre zum Antheil.

Die Ausleger sehn in jenen Worten bloſs einen ziemlich matten Zusatz zu dem πλουτοδόται, wodurch den Königen der Erde ein Wink gegeben werden solle. Auch Grävius, obgleich er allein den Gegensatz bemerkt hat, ist von dieser Ansicht nicht frei. Mich dünkt aber, wer den ganzen Zusammenhang und Gegensatz recht überschaut, dem kann es nicht entgehn, daſs dies so viel heiſst: Alles dies ist ihr königliches Amt, d. h. das ist ihr Amt, als Könige. Sie sind also Könige, d. h. nach damaligem Sprachgebrauch, sie bilden ein königliches Geschlecht, einen Adel unter den Geistern, und jene andern sind ihnen untergebene des zweiten Ranges. Also haben wir hier eine Art Hierarchie unter den Geistern, die an orientalische Vorstellungen genug, aber an keine griechische weiter erinnert. Dieser durchgehende Gegensatz muſs denn auch, so wie die Sache jetzt liegt, die fast allgemeine Lesart ὑποχθόνιοι von den zweiten Geistern, gegen das nur schwach unterstützte ἐπιχθόνιοι, fest halten.

Aber eben indem wir bemerken, daſs hier fast kein Wort ist, das nicht seinen Gegensatz hat, so fällt das Beiwort ἐσθλοί auf, das durchaus nur den einfachen Begriff gute hat, und das so voran und abgeschnitten da steht. Unmöglich können doch die zweiten hiegegen im Gegensatz stehn, sie, denen auch Ehre gebührt. Jetzt, da kein Gegensatz da ist, muſs uns freilich das beruhigen, daſs dies Wort ein lobendes und ehrendes Beiwort ist, das man ja wol auch ohne absichtlichen Gegensatz giebt: und damit beruhigte sich auch der einfache Sänger und Hörer jener Zeit [5]). Aber es liegt

5) In der Art, wie diese Verse bei Plato angeführt sind (s. d. vor. Note), spricht sich das Bedürfniſs aus, welches man fühlte, das ἐσθλοί so zu fassen; daher die Häufung mit ἁγνοί und ἀλεξίκακοι, welchen das Διὸς μεγάλου διὰ βουλὰς, das entbehrlich schien, weichen muſste.

liegt etwas im Ganzen, und in der Stellung und Fügung dieses Lobes, wodurch die Art von Kritik, die wir hier üben, doch noch aufmerksam erhalten wird. Und hiezu tritt noch mit gröfserm Gewicht der Ausdruck bei den zweiten: ἀλλ' ἔμπης τιμὴ καὶ τοῖσιν ὀπηδεῖ. Sieht man nicht immer deutlicher, dafs hier ein ganzes drittes Glied fehlt, Geister die nicht gut sind, und denen auch diese untergeordnete zweite Ehre nicht gebührt? 6) Doch diese Lücke zeigt sich noch deutlicher.

Sobald uns nämlich die Erwähnung der aus den zwei ersten Menschengeschlechtern entstehenden Geister nicht mehr auffällt, so fällt es uns auf, dafs das dritte deren keine hat. Man betrachte den Mythos an sich, ohne Rücksicht auf Griechen oder Asiaten, so ist aus seiner ganzen Tendenz und Gestaltung, so wie aus dem Ebenmaafs, klar, dafs hier böse Dämonen erwähnt waren; man betrachte ihn in orientalischem Sinne, so ist es gewifs. Jene verruchte Vorwelt bewohnet jetzt die Finsternifs, von wo sie jede Gelegenheit wahrnehmen, da die guten Götter und Geister sie nicht beobachten oder den Menschen nicht bewachen, um als böse Geister Unglück und Sünde auf der Erde zu bewirken; denn der blofse Begriff ohnmächtiger, nur Furcht und Schrecken erregender Gespenster, dergleichen alle abgeschiedne Seelen sind, reicht nicht hin, um jene Darstellung auszufüllen. Aber es ist nun auch klar, warum diese bösen Geister fehlen. Die griechische Religion ist die einzige, welche den uralten Dualismus aus eigner Kraft fast bis auf die Spur vertilgt hat. Sie kennet keine böse Götter und Geister, welche, sei es unabhängig oder abhängig und geduldet, noch walten. So gedachte Gottheiten glaubt sie nicht nur nicht, sondern sie leugnet sie. Alles was von dieser Art aus uralten Religionen auf sie gekommen, man überschaue ihre Mythologie, entweder es ist geradezu getödtet, wie der Python, oder es liegt in ewigen Banden, wie Typhoëus und die Giganten und die Titanen, oder endlich die griechische Theologie hat es umgewandelt in heilige und gerechte Götter auch sie, wie Hades und die Erinnyen. Das Böse in der Welt, was die Menschen nicht selbst bewirken, das schicken die ewigen Götter in ihrem, freilich menschlich gedachten Zorn. Aber von Natur und absichtlich Böses thuende Götter und Geister walten nirgend. Wenn so etwas in den Sagen war, so konnte es, als aller altgriechischen Moral und Aesthetik widersprechend, gar nicht aufkommen; oder

6) Ich mufs anführen, dafs *Lanzi ad v. 123.* dies gefühlt hat. „*Per quell' ἐσθλοί — tacitamente insinua l'esistenza di altri demoni cattivi, conforme alla sacra tradizione.*

wenn es in dem Munde des gemeinen Volkes und schwächlicher Thoren war, so wurde es als eine elende Deisidämonie verachtet, und fand wenigstens in den Gesängen jener untadlichen Barden keinen Vorschub. Meine Frage ist gelöst. Daſs dieser Mythos in seiner Urform solcher Geister erwähnte, das sehe ich deutlich; ich sehe die Stelle wo sie fehlen; aber ich sehe auch das Messer welches sie wegschnitt. Das Wie, Wann und Wer kümmert mich weiter nicht.

Noch eine Vermuthung, deren Gegenstand geringfügiger ist, mag ich nicht unterdrücken, weil, wenn sie gegründet ist, sie den orientalischen Mythos noch besser vollendet. Die ersten Geister heiſsen bei Hesiodus ἐπιχθόνιοι, zwar, wie sich erwarten lieſs, mit der Variante ὑποχθόνιοι, die aber bei diesen Geistern schwerlich einige Begründung finden kann. Die andern heiſsen ὑποχθόνιοι; natürlich wieder mit der Variante ἐπιχθόνιοι, die aber hier von einem Theil der alten Ausleger sehr vertheidigt wird. Sie beziehen nämlich auf diese zweimalige gleiche Bestimmung den Zusatz δεύτεροι ganz besonders. Mir, und allen denen meine Annahme von den Geistern des dritten Geschlechts sich empfohlen hat, muſs natürlich diese Lesart sehr schmeicheln. Nur die Geister der Finsterniſs waren in dem alten Mythos ὑποχθόνιοι. Aber sofort muſs uns auch das Streben nach Ebenmaaſs und Symmetrie, das in allen solchen alten Dichtungen liegt, dahin leiten, anzunehmen, daſs der orientalische Mythos die untadlichen Geister des ersten Geschlechts zu überirdischen — μεταχθονίοις — oder himmlischen, die des zweiten zu irdischen, die bösen zu unterirdischen machte. Diese Vorstellung paſste aber zu wenig in das System der altgriechischen Religion, welche noch nicht so freigebig war mit Wohnungen im Olymp, und welche die Götter der Unterwelt zwar als furchtbare, aber nicht als böse beschrieb. Die Bestimmungen wurden also anders gefaſst, lieſsen aber Varianten zu, die sich von selbst darboten, und folglich ohne Zweifel uralt sind.

Ueber

den Kronos oder Saturnus.

Von Herrn Ph. Buttmann *).

In der vorhergehenden Abhandlung habe ich eine anziehende Frage übrig gelassen, die sich zu einer besondern Untersuchung zu eignen schien; nämlich die, was es für eine Bewandniſs habe mit jener Bestimmung des Goldnen Geschlechts, daſs es unter des **Kronos** oder **Saturnus** Herrschaft gestanden habe [1]). Eine Frage, welche sogleich übergeht in die andre, was es überhaupt für eine Bewandniſs habe mit diesem wahrhaft räthselhaften Gotte, der nicht nur Vater des höchsten Gottes, sondern selbst ein höchster Gott; der ein alter Wohlthäter des Menschengeschlechts war; der bald als ewig gefesselt im Abgrund, bald als herrschend auf den Inseln der Seligen geschildert wird; von welchem ein berühmtes Fest den Namen führt, und von dem wir doch, wenn wir den Total-Eindruck aufmerksamer Lesung der Alten sprechen lassen, sagen müssen, daſs er in Griechenland keine eigentliche Nationalverehrung und keine ordentliche Tempel hatte, und in Italien zwar beides, aber lange nicht in dem Verhältniſs der andern Gottheiten.

Trotz dieses kleinen zuletzt angedeuteten Unterschiedes entferne ich zuförderst jede Trennung des **Kronos** vom **Saturnus**, die sich stützt auf oberflächliche Angaben der Art, die italischen Völker hätten einen alten Na-

*) Vorgelesen den 17. März 1814.

1) *Hesiod.* v. 111. Οἱ μὲν ἐπὶ Κρόνου ἦσαν, ὅτ' οὐρανοῦ ἐμβασίλευεν. *Plat. Politic. p.* 271. 272. *Steph. etc.*

tionalgott des Feldbaues, wegen Aehnlichkeit einiger Attribute, mit dem Kronos der Griechen verglichen. Diese Art der Ansicht ist zulässig zwischen den Griechen und den ihnen ganz fremden oder fremd gewordenen Nationen des Orients und des Nordens, aber nicht zwischen zwei so nah verwandten; sie mag auch da zulässig seyn in Absicht einer oder der andern wenig bekannten Gottheit, nicht aber eines in der Sage so umständlich auftretenden allgemein bekannten Gottes. Kurz, wer den Saturnus vom Kronos trennet, der trenne nur auch eben so leichtsinnig den Vulkanus, den Merkurius, die Diana, die Minerva von den entsprechenden griechischen Gottheiten, von denen die Namen sie trennen; oder er halte die Sage von dem Goldnen Alter in Italien unter Saturnus für eine auf historische Wahrheit gegründete, verschieden von der griechischen Fabel des Goldnen Geschlechts unter Kronos. Aber jene Deutung zum Feldgotte hat nicht einmal eine ordentliche Ueberlieferung zum Grunde, sondern sie ist auch bei den älteren Schriftstellern nur ein klügelndes Rathen, einzig gestützt auf das Attribut der Harpe oder des sichelförmigen Messers, das an die Ernte oder auch an die Schneitelung der Bäume erinnert, und auf die so bedenkliche Etymologie des Namens *Saturnus* mit langem *a* von *satus* mit kurzem [2]).

Uebersehn wir schnell des Kronos Attribute und Mythologie, so sind die am meisten in die Augen fallenden Punkte: 1) die ebenerwähnte Harpe, womit er seinen Vater der Mannheit beraubt; 2) seine ehemalige Weltherrschaft, deren ihn Zeus beraubt; 3) das Goldne Geschlecht unter ihm, in der

2) *Macrob.* 1, 7. läſst den Janus den Dienst des Saturnus, als Urhebers eines bessern Lebens, einführen, und setzt hinzu: *Simulacrum ejus indicio est, cui falcem insigne messis adjecit. Huic deo insertiones surculorum pomorumque educationes et omnium cujusquemodi fertilium tribuunt disciplinas.* Vgl. *Virg. Georg.* 2, 406. *Rusticus — curvo Saturni dente, relictam Persequitur vitem.* S. auch *Varr. ap. Augustin. de C. D.* 7, 13 et 19. *Plut. Quaest. Ro.* 42. *p.* 275. *a. Festus v. Saturnus.* Die Etymologie von *satus* s. bei *Festus* ebendaselbst und bei *Varro L. L.* 4, 10., der sie aber nicht einmal auf den Feldbau bezieht, sondern in kosmogonischem Sinn auf den Himmel, zu dem er und andre den Saturnus deuten: vgl. unten die Note 21. Uebrigens wird man mich hoffentlich nicht so miſsverstehn, als hielte ich in Etymologien überhaupt die Aenderung der Quantität einer Silbe für etwas bedenkliches, während Buchstaben und Silben sich gänzlich umwandeln. Die Meinung ist nur, daſs wenn eine Sprache einen Gegenstand nach einem andern so ganz mit übrigens unverändertem Stamme benennt, wie hier *Saturnus* wäre nach *satum*, daſs alsdann die Quantität sich schwerlich ändert: und daſs, wenn auch dies in einem alten Namen möglich ist, hieraus wenigstens kein Beweis, oder auch nur eine Wahrscheinlichkeit, genommen werden kann.

einen Sage auf der Welt überhaupt, in der andern nach seiner Verstoſsung in Italien, 14) das Verschlingen und Wiederausspeien seiner Kinder, 15) das nach ihm benannte Fest und die damit verbundenen Vorrechte der Sklaven, was in Italien eine ausgezeichnete Nationalsitte war.

Hier fragt sich zuförderst, was hat man von einem Mythos zu denken, der einen Gott zum ehemaligen nachher vertriebenen Weltherrscher macht? Die am meisten oben liegende Antwort ist diese, der vertriebene sei der in der ältern Religion wirklich einst verehrte oberste Gott, den aber eine später eingeführte Religion geleugnet habe; mit andern Worten: der Mythos bedeute den Kronos-Dienst, vertrieben durch den Zeus-Dienst. Man ist hier freigebig mit Ideen aus den neuern Zeiten, wo allerdings Religionen, wie die christliche und mahomedanische, den Völkern mit einer Gewalt aufgedrungen worden sind, welche intolerante Symbole jener Art begründen könnten. Wenn in jenen ältern Zeiten Aenderungen der Art bei einem und demselben Volke wirklich statt fanden, so sind sie zuverlässig sanfter vor sich gegangen. Und wenn auch die Anhänger eines ältern Ritus hie und da verfolgt worden seyn mögen, so verfolgte doch nie ein Volk seine eignen Ahnen. Die Götter oder den obersten Gott seiner Väter ehrt ein Volk durch alle Perioden hindurch; es wird seine Vorstellungen von ihm reinigen, es wird sie im wesentlichen vielleicht ganz umkehren; aber eine Religion, welche den ältern, wirklich früherhin von dieser Nation verehrten Nationalgott, statt ihn zu leugnen, welches der geringere Frevel wäre, als wirklich ehedem waltend, nun aber gestürzt darstellte, wäre die profanste die sich denken lieſse: eine solche konnte nie entstehn; am allerwenigsten so, daſs Sagen sich dabei erhielten von dem Glücke und der Gerechtigkeit, in welcher die Nation unter jenem Dienste gelebt habe.

Allein wenn die jeder Nation angeborne Frömmigkeit ihr nicht erlaubt, die wirklich von ihr verehrten Götter so zu behandeln, so steht dagegen dem gar nichts im Wege, daſs ein ursprünglich nicht von ihr verehrter Gott, an welchen also auch, und wenn er noch so wohlthätig geschildert würde, keine Naturpflicht sie bindet, durch die wunderbaren Gebilde der Mythen als Herrscher einer Vorwelt dargestellt werde, woraus alsdann von selbst folgt, daſs er gestürzt ist. Ein solcher Mythos läſst uns vielleicht über vieles ungewiſs, nur das lehrt er unwidersprechlich, daſs dieser Gott nie ein eigentlich verehrter hoher Gott dieser Nation war; wobei

jedoch, wenn ich dies auf den Kronos in Absicht der Griechen und Italer anwende, nichts hindert, daſs unter den übrigen Titanen, die mit ihm gestürzt sind, die wirklich verehrten Götter fremder Nationen seien, zu welcher Vermuthung sich Anlaſs genug findet.

Diese negativen Resultate über den Kronos, verbunden mit dem Satz, der jedem Ueberlegenden sich als wahr darbieten muſs; daſs nämlich der höchste Gott einer Nation, durch alle Modifikationen die er erlitten haben mag, zuverlässig immer und von jeher ihr höchster Gott gewesen ist, machen es höchst wahrscheinlich, daſs der mythische Vater desselben, also hier Kronos, der Vater des Zeus, nur eine jener persönlichen Allegorien ist, die sich erst bei Anhäufung des mythisch-theologischen Systemes in die Götter-Genealogien einmischen. Und bei dieser Voraussetzung bietet sich die Deutung des Kronos, die, so viel ich weiſs, die älteste ist, auch als die überzeugendste dar. **Kronos ist die Zeit** [3]).

3) Schon *Eurip. Heracl.* 900. sagt in diesem Sinn Αἰών, Κρόνου παῖς. Der Verf. des Buchs *de Mundo* c. 7. Κρόνος δὲ καὶ χρόνος λέγεται (ὁ Ζεὺς) διήκων ἐξ αἰῶνος ἀτέρμονος εἰς ἕτερον αἰῶνα. *Cic. de N. D.* 2, 25. *Saturnum autem eum esse voluerunt* (*Graeci*), *qui cursum et conversionem spatiorum ac temporum contineret, qui deus graece id ipsum nomen habet.* Κρόνος *enim dicitur, qui est idem* χρόνος. S. auch *Varr. ap. Augustin. de C. D.* 7, 19. *Plut. de I. et O.* p. 363. d. *Lactant. de fals. Rel.* 1, 12. *Macrob.* 1, 8. et 22. Auf eine seltsame Art spricht hievon *Dionys. Halic.* 1, 38. (*p.* 33. *Sylb.*). Οὐδὲν οὖν θαυμαστὸν τοὺς παλαιοὺς ἱερὰν ὑπολαβεῖν τοῦ Κρόνου τὴν χώραν ταύτην (Italien) τὸν μὲν δαίμονα τοῦτον οἰομένους εἶναι πάσης εὐδαιμονίας δοτῆρα καὶ πληρωτὴν ἀνθρώποις, εἴτε χρόνον αὐτὸν δεῖ καλεῖν, ὡς Ἕλληνες ἀξιοῦσιν, εἴτε Κρόνον, ὡς Ῥωμαῖοι, πᾶσαν δὲ περιειληφότα τὴν τοῦ κόσμου φύσιν, ὁπότερον ἄν τις ὀνομάσαι. Die ausgezeichneten Worte lieſsen sich vielleicht so erklären: Die Griechen deuten ihren Saturnus oder Kronos, und sagen, er sei die Zeit; die Römer lassen sich auf keine solche Deutung ein, sondern erkennen in dem Saturnus bloſs die Person, ihren Gott und ehemaligen König des Landes. Mit gröſserm Recht scheint man jedoch die Stelle für verdorben zu halten. Und zwar wollen **Stephanus** und **Casaubonus** lesen: εἴτε Κρόνον (oder χρόνον) — —, εἴτε Κόρον (oder Κόριον) ὡς Ρ. Vielleicht ist dies im Wesentlichen der Wahrheit sehr nah. Ich möchte nämlich alles unangerührt lassen, und nur zuletzt statt Κρόνον schreiben Κόρονον. Dann wären hier wirklich zwei Deutungen des Namens. Bei den Griechen ist die durch χρόνος die gangbare. Bei den Römern heiſst er *Saturnus*: dies erklärt sich **Dionysius** nach Cicero's Vorgang aus *satur*, und findet darin eine Uebersetzung des Namens Κρόνος statt Κόρονος von κόρος *saturatio*. Wirklich stimmt, wenn man auf die Quantität der Silbe *Sa* nicht achtet, Κόρο-νος buchstäblich mit *Satur-nus*.

Merkwürdig ist noch, daſs Plutarch (*Quaest. Ro.* 11. et 12. *p.* 266.) als etwas den Römern eigenthümliches anführt, daſs sie den Saturnus den **Vater der Wahrheit** nenneten. So deutlich dies darauf geht, daſs die Zeit alles ans Licht bringet, so ist es doch nicht bloſs die philosophische Idee einiger Schriftsteller. Denn wie käme sonst Plutarch darauf, dies mit einem Διὰ τί — νομίζουσι; unter seine Fragen über das Römische

Hiezu giebt und gab zuförderst der Name eine sehr gültige Anleitung, da die Verschiedenheit κρόνος, χρόνος, völlig in den griechischen Dialekten gegründet ist, und namentlich κ statt χ das ältere ionische zu seyn pflegt [4]). Weniger beweisend ist die Art, wie der Gott gebildet wird; denn da alle eigentliche Kunst schon in die Zeit der Deutungen fällt, so ist nicht immer gewiſs, ob dieser oder jener Zug überliefert oder ob er durch Deutung hinzugekommen ist. Also nur als Beweis sehr alter Deutung des Kronos auf die Zeit wollen wir die Uebereinstimmung seiner Bildung anführen, da er stets als Greis dargestellt wird [5]), und mit verdecktem Hintertheil des Hauptes [6]), welches letztere deutlich auf die verhüllte Zukunft geht, da besonders im Griechischen ὀπίσω immer die Zukunft bedeutet. Zuverlässiger sind die aus höherem Alterthum überlieferten Attribute, also namentlich bei dem Kronos die Sichel, auf die alles zerstörende Zeit gehend [7]), welcher auch außer dieser mythischen Perso-

Alterthum zu bringen, und jene Lösung nebst noch einer andern zu versuchen? Er fand also jenes unter gewissen religiosen Formeln; und wir sehn daraus, daſs Saturn schon immer auch in Rom für ein Symbol der Zeit galt.

4) Vgl. χάζω κεκαδεῖν, δέχομαι δέκομαι. Insbesondere aber habe ich in meiner Grammat. Not. zu §. 17. bemerkt, daſs die *tenues* vor dem ρ zuweilen sich aspiriren, wie in θράσσω für ταράσσω, φροίμιον für προοίμιον: eben so scheint χράω, das bekanntlich zur Grundbedeutung hat anfassen, einerlei zu seyn mit dem Stamm von κράτος, κρατεῖν; so also auch χρόνος entstanden aus dem älteren κρόνος.

5) Τριγέρων sogar nennt ihn Meleager *Ep.* 128, 18. auch *Virg.* 7, 177. *sqq. Quin etiam veterum effigies ex ordine avorum — Italus — Sabinus — Saturnusque senex — vestibulo astabant.* Tertull. ad Nationes 1, 10. *Eandem statuis inducitis formas ut cuique ars aut negotium aut aetas fuit. Senex de Saturno, imberbis de Apolline, virgo de Diana figuratur.* Artemid. 2, 49. μειράκιον σημαίνει τὸν Ἑρμῆν, νεανίσκος δὲ τὸν Ἡρακλέα, πρεσβύτης δὲ τὸν Κρόνον. *Serv. ad Georg.* 1, 236. *Albric. c.* 1. Diese Stellen beweisen eine durchgehende Vorstellung, wogegen es nichts beweist, wenn eine andre Observanz dem Saturn einen ganz schwarzen Bart zuschreibt; nämlich als Symbol der immerwährenden Jugend des Goldnen Geschlechts. *Procl. ad Hesiod.* ε. 114. *et in Theol. Plat.* 5, 10. *pr.* Der veredelnden Kunst mag ein solches frisches Alter für die Götterbildung willkommen gewesen seyn: aber in der gewöhnlichen Vorstellung blieb er ein grauhaariger Alter, wie er sich, von Lucian (*Saturnal.* 5.) redend eingeführt, selbst nennt, γέροντα ὄντα καὶ πρεσβύτην θεόν.

6) *Serv. ad Aen.* 3, 407. *Sciendum, sacrificantes diis omnibus capita velare consuetos — excepto tantum Saturno, ne numinis imitatio esse videretur. Fulgent. Planc. Mythol.* 1, 2. *Saturnus — senior, velato capite, falcem gerens. Albric. c.* 1. Hirt Bilderbuch für Mythol. I. p. 13.

7) *Macrob.* 1, 8.

nifikation in der Dichtersprache eine Sichel zugeschrieben wird; s. z. B. das alte Epigramm auf Laertes zerstörtes Grab (Ἀδεσπ. 615 Brunck):

Ψήχει καὶ πέτρην ὁ πολὺς χρόνος, οὐδὲ σιδήρου
Φείδεται, ἀλλὰ μιῇ πάντ' ὀλέκει δρεπάνῃ.

Stein zermalmet die Zeit, die daurende, selber des Eisens
Schont sie nicht; alles zumal tilgt mit der Sichel sie hin.

Noch vollständiger aber spricht in diesem Sinne der uralte Mythos der verschlungenen und wieder hervorgegebenen Kinder. Nichts ist nämlich irriger, als wenn man die abenteuerlichen Begebenheiten und Thaten der mythischen Welt als zufällige Geburten einer reichen und mannigfaltigen auf seltsames ausgehenden Phantasie betrachtet. Dies ist die Natur unserer ganz späten Mährchen-Dichtung, ganz fremd jener einfachen, nichts absichtlich erdichtenden, sondern bloß anschauenden, lernenden und bildlich wieder vortragenden Vorzeit. Eine Unermeſslichkeit solcher allegorischen und anderer Mythen schwärmten umher und verbanden sich endlich so, daſs allmählich einer vom andern ursächlich abhing, und nur hie und da leichte Zwischenzüge, welche die Muse eingab, den Kitt machen muſsten. Der Orphische Vers an den Kronos (*Hymn.* 12, 3.) gehöre er welchem Zeitalter er wolle,

Ὃς δαπανᾷς μὲν ἅπαντα καὶ αὔξεις ἔμπαλιν αὐτός,

Der, du alles verzehrst, und alles auch wieder gedeihn machst,

enthält die richtige Deutung jener Allegorie [8]), die eine uralte, in sich unabhängige Dichtung war. Wie passend nun ferner die Zeit, als Gott gedacht, einerseits ein Sohn des Himmels ist, ohne dessen Bewegung Tage und Jahre nicht seyn würden, und anderseits selbst wieder Vater der Götter, oder deutlicher alles dessen, was Himmel, Meer und Erde in sich schlieſsen — Zeus, Poseidon, Hades —; dies bedarf keiner Erörterung. Sobald aber auf diese Art Kronos in die genealogische Geschichte trat, so machte sichs von selbst, daſs die verschlungenen und wiedergegebenen Kinder eben jene Zeus, Poseidon, Hades, und die mythischen Schwestern derselben waren, obgleich dadurch die Dichtung ihren ersten Sinn verlor. Und nun

8) S. auch *Etym. M. v.* Κρόνος. *Macrob.* 1, 8. *Augustin. de C. D.* 6, 8. *Phurnut.* 6. Vgl. *Cic. de N. D.* 2, 25., wo die Kinder, vielleicht einfacher, auf die Jahre gedeutet werden.

nun allerdings wuſste die stets geschäftige Phantasie dies abenteuerliche Faktum, das sie vorfand, aufs schönste neu zu motiviren und zu verbinden.

Hüten wir uns jedoch vor der Klippe, woran so gewöhnlich die Mythen-Deuter scheitern, vor dem Gedanken, jede Dichtung in der Mythologie begründen zu wollen. Wir forschen nur den gröſsern hervorstehenden Punkten, und unter den kleinern nur denen nach, die uns Spuren eines zerrissenen oder vernachlässigten Zusammenhanges zu tragen scheinen. Was sich auf diesem Wege uns nicht darbietet, das überlassen wir andern, oder auch der ferneren Dunkelheit, worin so vieles ruht und so vieles ewig ruhen wird. So mag der Sinn von des Uranos Entmannung für jetzt noch unerklärt bleiben, wenn gleich ein Gedanke mir nicht verwerflich scheint, den ich im *Natalis Comes* (2, 1.) gefunden, daſs eben weil die Zeit oder Kronos Vater von allem ist, der Himmel, der ihn gebar, nichts weiter zeugen kann. Denn daſs, der Tendenz des so erklärten Mythos zuwider, Kronos Brüder noch hat, und daſs von dieser einem selbst das Menschengeschlecht, von einem andern die Himmelskörper u. s. w. abstammen, das könnten wir kühnlich unbeachtet lassen, als jener tausendzüngigen Mythologie gehörig, welche durch äuſsere Formen verbindet, was unter sich bald geradezu sich aufhebt, bald zehnmal dasselbe ist. Wenn ferner zu jener blutigen That Kronos seine diamantene Sichel gebraucht, die seine Mutter ihm dazu giebt, so wird unser Forschungstrieb abermal, wie in einer Menge ähnlicher Fälle, bedroht durch eine irrige Vorstellung der ältesten und neuesten Zeiten. Nicht etwa zum Andenken an jenes mythische Faktum wird Kronos mit der Sichel gebildet; sie war längst da vor diesem episch ausgebildeten Mythos als altes Attribut des Hieroglyphs der Zeit. Aber das eben war ein Reiz dieser Mythen, wenn solche Attribute, deren Sinn vielfältig verkannt oder doch nicht beachtet war, auf eine so natürliche Art, gleichsam wie von selbst, in die Erzählung sich verwebten.

Ein bloſs intellektualer Begriff ist auf jener Stufe der Sprache und der Philosophie nie in seiner erst spät sich gestaltenden bestimmten Begränzung vorhanden; er wird bald weiter bald enger gefaſst. Doch es bedarf dieses Einganges nicht, um es natürlich zu finden, daſs unter dem Begriffe der Zeit und unter dessen Personifikation, dem Kronos, auch die Begriffe von Alter, Alterthum, Vorzeit auftreten. Die Zeit ist alt; in der alten Zeit, unter dem alten Kronos geschah, was man ins fernste Alter-

terthum setzt [9]). So ist Kronos die Vorzeit und, deutlicher personificirt, die Gottheit derselben. Da nun eine allgemeine Vorstellung die älteste Vorzeit als unschuldig und selig schilderte, so erwuchs gleichsam von selbst im Munde des Griechen die Sage, unter Kronos Regierung sei jenes Goldne Geschlecht gewesen, Kronos sei der König desselben, sei damals König der Götter und Menschen gewesen. Bei allen Nationen ist ferner die Urwelt ein in der Vorstellung ganz gleicher Begriff mit der Urzeit des eignen Volks oder Landes. Aber indem die Mythen sich ausmalen und bestimmter machen, kann es kommen, daſs der Mythos von der Vorwelt bei Einem Volke mehr in den allgemeineren, bei andern mehr in den beschränkteren heimischen Begriff sich ausmalt. Der griechische Mythos vom Goldnen Geschlecht spricht von der Erde und den Menschen; der italische von Italien und dessen ältesten Bewohnern.

Alles was sonst in der mythischen Geschichte des Kronos vorkommt, haben wir, so lange nicht neue Spuren hinzutreten, nur als epische Ausführung dieser Dichtungen zu betrachten. Herrschte Kronos einst und jetzt sein Sohn, während er als ein Gott doch nicht gestorben seyn konnte, so gab die Menschenwelt Analogien genug, dies zu erklären. Sein Sohn hat ihn gestürzt: ein Ereigniſs, das sich bald mehr bald weniger zum Nachtheil des einen oder andern motiviren und durchführen läſst. In dem groſsen Fabelkreis näherte sich dieses Faktum jenem andern durchaus verschiedenen Mythos des Streites zwischen Zeus und den Titanen; und so ward Kronos in der gangbarsten griechischen Vorstellung einer der Titanen, und lag nun mit ihnen gefesselt im Tartaros [10]). Eine andere Erzählung, welche mit dem Mythos von Saturns Vertreibung die italische Sage zu verbinden strebte, lieſs ihn vor seinem Sohne nach Italien fliehn, und ein

9) Hieher die verschiednen sprüchwörtlichen und gemeinen Redensarten, da alles, was uralt genannt werden soll, κρόνιος, κρονικός heiſst, und selbst κρόνος, über welche letzte Form ich weiter unten noch reden werde.

10) Findet man sich veranlaſst, mit älteren Mythendeutern in diesen Fesseln der Zeit eine in die Erzählung verflochtene philosophische Allegorie zu erkennen (s. *Cic. de N. D.* 2, 25.); so ist, nach dem was oben bemerkt worden, durchaus nichts dagegen einzuwenden. Nur wenn ein Faktum an sich nichts abenteuerliches oder zu specielles hat, sondern, wie dieses, so natürlich in den Hergang paſst, daſs dieser ohne dasselbe kaum vollständig wäre, dann ist von innen zu jener Annahme keine Andeutung; und es muſs also, wie gesagt, anderswoher eine hinreichende Veranlassung zu derselben vorhanden seyn.

kindliches Spiel mit dem Namen **Latium** vollendete diese Darstellung. Aber auch in dieser scheint er nach seinem irdischen Aufenthalt in die Unterwelt gegangen zu seyn, da ihn die Römer, wie Plutarch meldet, für einen der unterirdischen Götter hielten [11]), Eine jener Bestrebungen endlich, die Mythen zu moralisiren, wovon frühe Spuren sich finden, machte durch eine äufserst natürliche Erfindung den Kronos seit seiner, vielleicht gutwillig gedachten, Entfernung aus dem Himmel zum Könige in den **Inseln der Seligen**, deren Leben dem des Goldnen Geschlechts auf Erden gleich ist. Die älteste Notiz von dieser Vorstellung ist in Hesiod's Schilderung dieses Aufenthalts, worin er die abgeschiedenen Seelen seines vierten Geschlechts wohnen läfst V. 167. ff.

> Τοῖς δὲ δίχ' ἀνθρώπων βίοτον καὶ ἤθε' ὀπάσσας,
> Ζεὺς Κρονίδης κατένασσε πατὴρ ἐς πείρατα γαίης
> Τηλοῦ ἀπ' ἀθανάτων τοῖσιν Κρόνος ἐμβασιλεύει.
> Καὶ τοὶ μὲν ναίουσιν ἀκηδέα θυμὸν ἔχοντες
> Ἐν μακάρων νήσοισι παρ' Ὠκεανὸν βαθυδίνην
> Ὄλβιοι ἥρωες· τοῖσιν μελιηδέα καρπὸν
> Τρὶς ἔτεος θάλλοντα φέρει ζείδωρος ἄρουρα.

> Diesen getrennt von der Menschen Verkehr das Leben bereitend
> Ordnete Zeus der Vater den Sitz am Rande der Erde.
> Fern von der Ewigen Schaar übt Kronos dorten die Herrschaft.
> Und sie wohnen nunmehr mit stets unsorgsamer Seele
> An des Okeanos tiefem Gewog, in der Seligen Inseln,
> Hochbeglückte Heroen; wo Honigfrüchte zur Nahrung
> Dreimal bietet des Jahrs der triebsame Grund des Gefildes.

Zwar verwarfen alte Grammatiker den dritten dieser Verse, und er fehlt deswegen in den meisten Handschriften; aber die Gründe der Verwerfung benehmen ihm sein Alter nicht [12]). Das Alter der Vorstellung selbst aber beweist auch ohne ihn **Pindar** (*Ol.* 2, 127. ff.), der ohne Vorgang nicht gedichtet haben würde,

11) *Plut. Quaest. Ro.* 11. *p.* 266. *e.* τὸν δὲ Κρόνον ἡγοῦνται θεὸν ὑπονδαῖον καὶ χθόνιον. 34. *p.* 272. *d.* Κρόνον δὲ τῶν κάτω θεῶν οὐ τῶν ἄνω νομίζονται.

12) S. unten **Zusatz A.**

— παρὰ Κρόνου τύρσιν· ἔνθα μακάρων
νᾶσος ὠκεανίδες
αὖραι περιπνέουσιν — —
βουλαῖς ἐν ὀρθαῖς Ῥαδαμάνθυος,
ὃν πατὴρ ἔχει Κρόνος ἑτοῖμον αὐτῷ πάρεδρον
πόσις ὁ πάντων Ῥέας ὑπέρτατον ἐχοίσας θρόνον.

„— zu Kronos Burg; wo des Okeanos Lüfte der Seligen Inseln umwehen; — unter Rhadamanthys gradem Gericht, der dem Vater Kronos ein williger Beisitzer ist, dem Gatten der vor allen am höchsten thronenden Rhea." Diese Vorstellung ward befördert durch jenen Theil der Sage, wovon sie auch eine leichte Abänderung seyn mag, daſs Kronos nach seiner Weltherrschaft sich nach Westen (nach Italien) gewandt habe [13]).

Wir haben, um das Wesen des Kronos zu erforschen, alles zugezogen, was die Mythologie von ihm dichtet; und, so viel ich weiſs, tritt er in keiner der tausendfältigen echtgriechischen Sagen weiter handelnd auf, als in der Fabel von seiner Liebe zur Philyra, mit welcher er den Chiron gezeugt; ein Mythos, der dann von den Dichtern, vielleicht nur um konsequent zu erscheinen, in die Zeit seiner Weltherrschaft gesetzt wird. S. *Apollon.* 2, 1234. ff. und daselbst den Scholiasten. Diese Erzählung ist ganz den hundert und hundert Liebesgeschichten des Zeus und andrer Götter ähnlich, und da sie durchaus in keiner sonstigen Verbindung mit dem Mythos und den Attributen des Kronos steht, so gehört sie nicht zu seiner, sondern zu des Chiron Mythologie. Denn daſs der Gott sich bei dieser Gelegenheit in ein Pferd verwandelte, dient offenbar nur zur mythischen Begründung von Chirons Centaurengestalt. Träte das Pferd irgend sonst woher noch in die Attribuirungen des Kronos, so wäre dies die Ursach, warum man ihn gerade zum Vater des Chiron gemacht; nun fragt

13) Diese Vorstellung erweiterte sich allmählich dahin, daſs Kronos überhaupt der westlichen Lande König gewesen sei. *Diodor.* 3, 60. δυναστεῦσαι δέ φασι τὸν Κρόνον κατὰ Σικελίαν, καὶ Λιβύην, ἔτι δὲ τὴν Ἰταλίαν, καὶ τὸ σύνολον ἐν τοῖς πρὸς ἑσπέραν τόποις συστήσασθαι τὴν βασιλείαν. 5, 66. δυναστεῦσαι δ' αὐτὸν μάλιστα τῶν πρὸς ἑσπέραν τόπων. *Cic. de N. D.* 3, 17. *Saturno — quem vulgo maxime ad Occidentem colunt.* Da ein Römer hier spricht, so sind hier hauptsächlich die ganz barbarischen Westländer gemeint, und die phönicischen und celtischen Gottheiten, welche mit dem Kronos verglichen wurden (s. im Verfolg des Textes), vollendeten also die Vorstellung von einer durch den ganzen Occident gehenden Herrschaft und Verehrung desselben. — Einen celtischen Mythos, den spätere Griechen auf den Kronos in der Unterwelt deuteten, s. unten Not. 25.

sich nur noch, ob eine andre Ursach zu entdecken ist. Hiezu gehörte eine Erörterung der Mythologie des Chiron; da diese hieher nicht gehört, so begnüge ich mich mit dem, was sich am leichtesten darbietet. Chiron ist eines der verschiedenen Symbole der Arzneikunde. So lange mir keine überzeugendere Begründung der Centaurengestalt desselben gegeben wird, suche ich darin die Notiz, daſs der Theil der Griechen, dem dieser Mythos ursprünglich gehört, diese Kunst den nördlichen Nationen zu verdanken glaubte, besonders jenen Bergbewohnern, denen eine alte Ueberlieferung diese Gestalt lieh. Die Erfindung derselben setzte man in die älteste Zeit des Menschengeschlechts. Dies lautet mythisch: Kronos ist der Vater des Chiron.

So scheint mir der griechische Mythos des Kronos völlig in sich selbst begründet, und wir, um auf die Grundbegriffe desselben zu kommen, nicht veranlaſst, die Mythologien anderer Nationen zu Rathe zu ziehen. Allein auch ohne unser Bedürfniſs drängt sich uns ein ausländischer Gott auf, von welchem nach einer sehr unterstützten Meinung die Griechen ihren Kronos genommen haben sollen. Dies ist der sogenannte phönicische Kronos. Die Griechen selbst nämlich belegen mit dem Namen Kronos, und nie, so viel ich weiſs, mit einem andern, jenen Hauptgott der assyrischen und phönicischen Nationen, besonders auch der Karthager, welchem durch Verbrennung der Kinder das bekannte gräſsliche Opfer gebracht ward. Daſs dies dieselbe Gottheit und eben die Opfer sind, die in der Bibel unter dem Namen des Moloch vorkommen, ist bekannt, und in dieser Hinsicht alles am vollständigsten zusammengetragen bei *Vossius de Theol. Gent.* 2, 5. *Selden. de Diis Syr.* 1, 6. *cum Additamm. Andr. Beyeri.* Die wichtigsten Stellen der griechischen und römischen Schriftsteller habe ich hier unten ausgezogen, und darunter auch die Stelle des Diodor, worin dieses Opfer auf den Mythos von dem seine Kinder verschlingenden Kronos bezogen wird [14]. Wollten wir diese Beziehung annehmen, so verstände sich jedoch,

14) *Porphyr. de Abst.* 2, 56. Φοίνικες δὲ ἐν ταῖς μεγάλαις συμφοραῖς ἢ πολέμων ἢ αὐχμῶν ἢ λοιμῶν ἐθύοντο τῶν φιλτάτων τινὰ ἐπιψηφίζοντες Κρόνῳ· καὶ πλήρης δὲ ἡ Φοινικικὴ ἱστορία τῶν θυσάντων, ἣν Σαγχουνιάθων — συνέγραψεν. *Euseb. Or. de laud. Constantini* c. 13. Κρόνῳ γὰρ Φοίνικες καθ' ἕκαστον ἔτος ἔθυον τὰ ἀγαπητὰ καὶ μονογενῆ τῶν τέκνων. *Curt.* 4, 3. (von den von Alexander belagerten Tyriern) *Sacrum quoque — multis saeculis intermissum repetendi auctores quidam erant, ut ingenuus puer Saturno immolaretur.* *Plut. de Superst.* p. 171. c. Τί δὲ Καρχηδονίοις οὐκ ἐλυσιτέλει — μήτε τινὰ θεῶν μήτε δαιμόνων νομίζειν, ἢ τοιαῦτα θύειν οἷα τῷ Κρόνῳ ἔθυον; — εἰδότες καὶ γινώσκοντες τὰ αὐτῶν τέκνα καθιέρευον· οἱ δὲ ἄτεκνοι

dafs nicht, wie Diodor in dem oben gerügten Geiste aller alten Mythologen die Sache darstellt, diese Opfer zum Andenken an das mythische Faktum eingeführt seyn können. Solche grausame Opfer haben ihren Ursprung einzig in der uralten Vorstellung, dafs man, um die Götter von Zufügung gröfseren Unglücks abzuhalten, ihnen gutwillig Menschenblut, ja eine Auswahl sogar des Liebsten opfern müsse. Die richtigere Ansicht wäre also die, dafs zu mythischer Begründung jener Opfer die Dichtung von den verschlungenen Kindern entstanden, und dafs sie nachher mit so vielen andern in die griechische Mythologie gekommen wäre. Diese Ansicht erhält noch manchen Vorschub durch einen Blick auf die **phönicische Mythologie**, die **Eusebius**, als aus dem alten phönicischen Geschichtschreiber **Sanchuniathon** erhalten, mittheilt (*Praep. Evang.* 1, 10.). Ich will aus dem Gewirre dieser Mythologie nur das hieher gehörige ausziehn.

παρὰ τῶν πενήτων ὠνούμενοι παιδία κατέσφαζον. — παρειστήκει δὲ ἡ μήτηρ ἄτεγκτος καὶ ἀστένακτος· εἰ δὲ στενάξειεν καὶ δακρύσειεν ἔδει τῆς τιμῆς στέρεσθαι, τὸ δὲ παιδίον οὐδὲν ἧττον ἐθύετο. κρότου δὲ κατεπίμπλατο πάντα πρὸ τοῦ ἀγάλματος ἐπαυλούντων καὶ τυμπανιζόντων, ἕνεκα τοῦ μὴ γενέσθαι τὴν βοὴν τῶν θρήνων ἐξάκουστον. Diod. 20, 14. (von den Karthagern nach der von Agathokles erlittenen Niederlage) *ᾐτιῶντο δὲ καὶ τὸν Κρόνον αὐτοῖς ἐναντιοῦσθαι, καθόσον ἐν τοῖς ἔμπροσθεν χρόνοις θύοντες τούτῳ τῷ θεῷ τῶν υἱῶν τοὺς κρατίστους, ὕστερον ὠνούμενοι λάθρᾳ παῖδας καὶ θρέψαντες ἔπεμπον ἐπὶ τὴν θυσίαν. — διορθώσασθαι δὲ τὰς ἀγνοίας σπεύδοντες διακοσίους μὲν τῶν ἐπιφανεστάτων παίδων προκρίναντες ἔθυσαν δημοσίᾳ. — ἦν δὲ παρ' αὐτοῖς ἀνδριὰς Κρόνου χαλκοῦς ἐκτετακὼς τὰς χεῖρας ὑπτίας ἐγκεκλιμένας ἐπὶ τὴν γῆν, ὥστε τὸν ἐπιτεθέντα τῶν παίδων ἀποκυλίεσθαι καὶ πίπτειν εἴς τι χάσμα πλῆρες πυρός.* Diodor fügt nachher selbst die Anwendung auf den griechischen Kronos bei: *καὶ ὁ παρὰ Ἕλλησι δὲ μῦθος ἐκ παλαιᾶς φήμης παραδεδομένος, ὅτι Κρόνος ἠφάνιζε τοὺς ἰδίους παῖδας, παρὰ Καρχηδονίοις φαίνεται διὰ τούτου τοῦ νομίμου τετηρημένος.* Dafs übrigens die Griechen von jeher in diesem phönicischen Gotte ihren Kronos erkannt haben, beweisen solche alte Stellen, wie des Sophokles aus dessen Andromeda bei *Hesych. v. κούριον*, wo man den ersten nicht hieher gehörigen Vers, der sehr korrumpirt ist, mit den Verbesserungen der Gelehrten nachsehn kann. Die zwei folgenden lauten so: *νόμος γὰρ ἐστι τοῖς βαρβάροις θυηπολεῖν βρότειον ἀρχῆθεν γέρος τῷ Κρόνῳ.* Scaliger hat aus diesen Worten die Verse schon hergestellt. Aber *γέρος* hätte er vielleicht nicht in *γένος* verwandeln, sondern das leichter sich darbietende *γέρας* behalten sollen.

> *Νόμος γάρ ἐστι τοῖσι βαρβάροις Κρόνῳ*
> *Θυηπολεῖν βρότειον ἀρχῆθεν γέρας.*

Γέρας kann in solcher Verbindung wohl für Opfer stehn, wie von einem Todtenopfer *γέρα* gesagt wird *Soph. Electr.* 443. Alt genug, wenn gleich nicht platonisch, ist auch die Stelle in dem Dialog Minos p. 315. c. (oder *Simon. Socr. dial. de Lege cap.* 5. *Boeckh. in Praef. p.* 15. 16.) *Καρχηδόνιοι δὲ θύουσιν (ἀνθρώπους), ὡς ὅσιον ὂν καὶ νόμιμον αὐτοῖς· καὶ ταῦτα ἔνιοι αὐτῶν καὶ τοὺς αὑτῶν υἱεῖς τῷ Κρόνῳ·* wo der Zusatz *τῷ Κρόνῳ* von Böckh ohne Ursach als überhangend verdächtig gemacht wird. Andre Stellen citiren Selden und Böckh a. a. O.

In einer mit vielen, theils phönicischen, theils griechisch gemachten Namen erfüllten genealogischen Theogonie werden, nicht etwa bald anfangs, sondern ziemlich tief in den Stammbaum hinein, und als Kinder des Eliun oder des Höchsten und seiner Gemahlin Beruth, die aber Menschen sind, Uranos und Ge eingeführt, auch sie ein irdisches Königspaar, von denen, wegen ihrer Schönheit, Himmel und Erde benannt wurden. Ihrer Söhne einer ist Ilos oder Kronos. Bei einem zwischen den Eltern entstandenen Zwist stand Kronos der Mutter bei. Auf Angabe seines Geheimschreibers Hermes und seiner Tochter Athena machte Kronos sich einen Speer und eine Harpe. Er vertrieb den Uranos und herrschte nun selbst mit seinen Bundsgenossen, den Eloim, welcher Name erklärt wird: *Κρόνιοι*, Leute des Kronos. Diese sind, heißt es dabei, die welche genannt werden *οἱ ἐπὶ Κρόνου*. Eine Beziehung auf Hesiod's Ausdruck von den Menschen des Goldnen Geschlechts, *οἱ μὲν ἐπὶ Κρόνου ἦσαν*. Kronos tödtet seinen Sohn Sadid selbst, aus Argwohn, und enthauptet seine Tochter. Uranos schickte nun seine Töchter, darunter Astarte, Rhea und Dione, gegen den Kronos aus, der sie aber zu seinen Beischläferinnen macht. Auch zeugt Kronos jenseit des Meeres [15]) drei Söhne, Kronos den zweiten, Zeus Belos und Apollo. Im 32sten Jahre seiner Regierung lauerte Ilos oder Kronos dem Uranos auf, und entmannte ihn an einem Ort, der noch gezeigt wird, und wo dessen Blut in die benachbarten Quellen und Flüsse triefte. Nach einiger Zeit herrschten mit Kronos Willen Astarte und Zeus Demarus und Adod, welcher der König der Götter heißt. Er selbst schweift umher und giebt seiner Tochter Athena Attika zu beherrschen. Bei einer Pest opfert er seinen einzigen Sohn dem Uranos und beschneidet sich und seine Leute.

Ein weiteres wird von ihm nicht erzählt, oder Eusebius hat mehr nicht ausgezogen. Es würde eine verächtliche Kritik seyn, welche dieses chaotische Gewebe als ein willkürliches Lügengespinnst ohne weiteres verwerfen wollte. Vielmehr ist unleugbar, daß wir hier eine Menge dort inländischer Traditionen vor uns haben; und somit müssen auch die Beziehungen, welche sich auf die Mythologie des griechischen Kronos darin befinden, unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Zu bedauern ist nur, daß es dem Autor nicht gefallen hat, allen Namen, die er griechisch giebt, den

15) Statt *ἐν Παραίᾳ* nehme ich nämlich Vigers Emendation *ἐν περαίᾳ* an, so jedoch, daß ich nicht mit ihm in diesem Worte eine der Städte mit Namen Peräa, sondern das bekannte Appellativum erkenne.

einheimischen beizufügen. Gerade beim Kronos hat er es jedoch gethan; und so ist auch schon längst bemerkt, daſs dieses Ilos der dort allgemein gangbare Name der Gottheit ist, der im Hebräischen El lautet. Auſser allen Zweifel setzen dies die Eloim, welche mit so deutlicher Beziehung auf den Namen El oder Ilos übersetzt werden *Κρόνοι*. Verbinden wir hiemit folgende Notizen. Damascius beim Photius 242. (*p.* 559. *Hoesch.*) sagt: „die Phönicier und Syrer nennen den Kronos El und Bel und Bolathen;" Servius zu *Aen.* 1, 646. in Phönicien heiſse der Sonnengott Hel, wovon man durch das Digamma Bel gemacht habe; und zu V. 733. sagt er: *Apud Assyrios autem Bel dicitur quadam sacrorum ratione et Saturnus et Sol* [16]). Wir sehn also aus Zeugnissen, was durch die Sache selbst schon erhellet. Die Namen Moloch oder Molech d. i. König, Baal oder Bel d. i. Herr, El d. i. Gott, sind allgemeine Benennungen der Gottheit, die sich aber in jenen Landen vorzugsweise auf einen bestimmten, nämlich auf den vornehmsten Gott befestigt hatten, der, wie fast überall, aus dem Begriffe der Sonne erwachsen war. Ihm galten jene grausamen Opfer, und in ihm erkannten die Griechen ihren Kronos. Nun erklärt sich uns, warum es in der griechisch geschriebenen Erzählung von Sisuthros oder dem assyrischen Noach heiſst, Kronos habe ihm die Flut vorher verkündigt [17]). Es ist derselbe Gott, der auch in der mosaischen Erzählung dem Noach sie verkündigt, und für dessen Rettung sorgt. Denn das war ja der Unterschied der reineren israelischen Religion, daſs der Gott, den die benachbarten Heiden als obersten Gott verehrten, den Israeliten einziger Gott war, unter welchem alles, was sonst jenen Völkern für Götter galt, nur als dienstbare oder als verworfene Geister stand. Daher also, und weil dieses Volk seinen einzigen Gott ebenfalls El oder Eloah nannte, ist es begreiflich, daſs auch dieser Gott den Fremden kein andrer erschien, als der El oder Moloch oder Bel der übrigen Landesbewohner; und so wissen wir nun, warum namentlich Saturnus für den Gott und Stifter der Juden galt, wie uns die Notizen bei Tacitus *Hist.* 5, 2. und 4. lehren [18]).

Hät-

16) Vgl. noch *Voss. de Theol. Gent.* 1, 18. *p.* 142. und 2, 4. Auch Selden und Beyer a. a. O.

17) S. m. Abh. über den Mythos der Sündflut S. 21.

18) *Judaeos Creta insula profugos novissima Libyae insedisse memorant, qua tempestate Saturnus, vi Jovis pulsus, cesserit regnis.* Und weiterhin vom Sabbat: *Alii honorem eum Saturno*

Hätten wir also jene erste Untersuchung über den griechischen Kronos nicht gemacht, so wären wir zu der Annahme berechtigt, daſs der Kronos der Griechen ursprünglich kein andrer sei, als jener vornehmste Gott der Phönicier, dessen Mythologie mit dem kadmeischen Stamme herüber gekommen sei, und sich so in den griechischen Mythenkreis verwebt habe. Allein wir können auch jene Untersuchung nicht wieder wegwerfen, vermöge deren uns durch reine Kritik der Kronos als das gediegne Produkt der Allegorie, als Personifikation der Zeit und des Alterthums erschien, dessen Attribute und Mythen alle ohne Zwang damit übereinstimmen, und der einen griechischen darauf sich beziehenden Namen hat. Ein Mittel, dieses zwiefache Resultat in Uebereinstimmung zu bringen, wäre die Annahme, daſs allerdings der Mythos jenes phönicischen Gottes herüber gekommen wäre, und hier erst, da er neben dem obersten Nationalgott der Griechen nicht bestehen konnte, durch den deutenden Sinn dieses Volks und seiner Sänger sich so gestaltet habe. Der alte Gott, wovon dieser fremde Nebenstamm sprach, ward der Gott des Alterthums, der Gott der Zeit; und von seinen Mythen blieb, was Sinn in dieser Beziehung hatte. 19)

haberi, seu principia religionis tradentibus *Idaeis*, quos cum *Saturno* pulsos et *conditores gentis* accepimus, seu etc. — Wenn nun ferner Tibull (1, 3, 17.) sagt:

> *Aut ego sum causatus aves, aut omina dira,*
> *Saturni aut sacram me tenuisse diem.*

und es aus andern bekannten Kombinationen unzweifelhaft ist, daſs er hier den jüdischen Sabbat meint, worauf auch in Rom ein Aberglaube ruhte; so scheint es nothwendig, auch hier an den Gott der Juden zu denken, dem der Sabbat heilig war. Dann bietet sich aber der Erwägung gleich auch das dar, daſs dieser Tag als Wochentag ebenfalls *dies Saturni* heiſst, und daſs diese Benennungen mit den Planeten zusammenhangen, und sich nach *Dio Cassius* aus Aegypten herschreiben. Auch so kann man indessen bei diesem astrologischen Verfahren von dem Tage, der aus alten Ursachen schon immer der Tag des Kronos mag geheiſsen haben, ausgegangen seyn, und so nun die übrigen haben folgen lassen. Doch dies geht nun über in die höchst verwirrte Untersuchung über das Alter und die Ursach der jetzigen Planeten-Namen, die bekanntlich, den älteren Griechen fremd waren, aber doch schon bei Cicero (*de N. D.* 2, 20.) vorkommen. Die Enthüllung aber dieses Theiles des Alterthums gehöret andern. Um einen Blick in dies Chaos zu thun, sehe man *Dio Cassius* 37, 18. 19. und das dort von den Erklärern beigebrachte, ferner Jablonski's Abhandlung *Remphah*, besonders den §. 10. (*Opuscc. II. p.* 30 *sqq.*)

19) So haben die Begriffe, Sohn des Himmels, Vater der Götter, etwas, das sich zwar, wie wir oben sahen, sehr gut auf die Zeit deuten läſst; aber diese Deutung hat nichts so charakteristisches, daſs die Begriffe nicht auch ohne sie entstanden seyn könnten. Eben so hoben wir eine Deutung der Entmannung des Uranos aus, weil sie gut eingreift; aber auch

Und dieses lasse ich für die weiter schreitende Forschung als Möglichkeit stehn. [20])

Aber nun trete ich auch mit der Warnung auf, dass man den Nachrichten jenes angeblichen Sanchuniathon nicht zuviel vertraue. Ich wiederhole nicht, was andere über diesen Gegenstand bereits gesagt haben, sondern mahne nur an einiges was für unsern Zweck hinreichend ist. Ein hellenistischer Grieche, Philo von Byblos, soll den Sanchuniathon ins Griechische übertragen haben. Man denke aber ja nicht an eine eigentliche Uebersetzung, viel weniger in unserm kritischen Sinne. Man durchlaufe das grosse Fragment beim Eusebius, und selbst das, was ich oben davon angeführt habe, so sieht man dass Philo überall selbst spricht, und dass er nur aus seiner phönicischen Quelle für die griechisch lesenden eine phönicische Mythologie und Geschichte vorträgt. Aber nun betrachte man diese Mythologie selbst. Offenbar sind ja das nicht die heiligen uralten Mythen eines Volks, wie wir sie in einem Moses, selbst nicht wie wir sie in der Theogonie eines Hesiodus finden; sondern hier ist die elende Entstellung eines ganz späten, in dem Sinne derjenigen Mythologien die wir im Diodor lesen, wo die uralte Göttergeschichte auf die plumpste Art in eine menschliche Landesgeschichte verwandelt wird; wo solche Namen und Attribute der höchsten Gottheit, wie Eljun der höchste, Uranos, Ilos oder Kronos, Adod König der Götter, hinter einander als Menschen und Herrscher auftreten, und uralte dunkle Allegorien für irdische Handlungen derselben gelten. Ob und wer Sanchuniathon war, wird von uns nicht enthüllt werden. Aber das können wir annehmen, dass die phönicische Mythologie und älteste Geschichte auf einen alten Urheber dieses Namens sich berief, und dass sie in allen späteren veränderten, interpolirten und fortgesetzten Gestalten jenen alten Namen erhielt. Und wenn man den Griechen nach Christi Geburt

diese hat nichts so schlagendes, dass wir nicht erwarten könnten, gerade diese Dichtung als eingewanderten fremden Mythos auftreten zu sehn, wovon ich selbst sogleich die Wahrscheinlichkeit bemerklich machen werde.

20) Für diesen Fall ist sogar der Name *Kiun* oder *Kivan* in Betrachtung zu ziehen, der ein syrischer Name des Planeten Saturn seyn soll; ob bloss des Planeten, oder auch des Gottes, ist mir nicht klar. S. *Selden. Synt.* 2. *cap.* 14. *Pocock. Specim. Arab.* (*v. Ind. in Cevan.*) — Wäre ferner das fragmentarische Gewirr der ägyptischen und anderer fremden Theologien und Mythologien erst aufs Reine, so liesse sich auch das vielleicht in diese Untersuchung ziehen, dass man den kleinasiatisch-ägyptischen Serapis ebenfalls mit dem Saturn zusammengebracht hat. S. *Jablonski Panth. I. p.* 140. 141. *II. p.* 75.

eine aus solchen Quellen geschöpfte phönicische Geschichte in ihrer Sprache und in ihren Denk- und Redeformen in die Hand gab, so hieſs dies auch ein Sanchuniathon. Nun überlege man aber, was, schon ohne Philo's Industrie, durch das Verkehr eines halben Jahrtausends zwischen den syrischen und griechischen Nationen, und bei der wirklich vorhandnen Analogie eines Theils der beiderseitigen Sagen, von griechischer Mythologie in die phönicische kann geflossen seyn; so wie wir ja auch asiatische Religionen nach Athen und Rom wandern sehen. Und dann endlich beachte man noch den deutenden Finger des Philo, nicht nur in solchen Worten, wie „das sind die ἐπὶ Κρόνου," nämlich des Hesiod, sondern in folgender Erklärung, die jedoch Eusebius immer noch dem Sanchuniathon zuschreibt, „diese alten Geschichten hätten spätere Priester erst allegorisirt, und sodann von Nachfolgern zu Nachfolgern vermehrt; und zuletzt hätten die gewandten Griechen, namentlich Hesiodus, erst alles in wohlgefälligen Mythen ausgeschmückt." Mich dünkt, in einem Vortrag von dieser Tendenz haben ein paar solche Züge, wie die Harpe und die Entmannung des Uranos, nicht Zuverlässigkeit genug, um über das Verhältniſs des El zum Kronos etwas uns glauben zu machen, was nicht anderswoher deutlich angeregt wäre.

Und nun noch eine andre für diesen und ähnliche Fälle höchst wichtige Erwägung. Ein Mythos kann irgendwoher eingewandert seyn, ohne daſs eben daher auch komme die Person, womit wir denselben verbunden sehn. Nicht das weiht den phönicischen Gott zum Kronos der Griechen, daſs jener dort oberster Gott war, und daſs er seinen Vater, den Himmel, entmannte. In dem Mythos, daſs die Zeugungsglieder des Himmels abgeschnitten werden von dessen Sohn, daſs sie ins Gewässer fallen, daſs die Göttin der Liebe daraus entsteht u. s. w., mag eine alte schon in Asien gangbare Allegorie liegen; sie mag, und wird gewiſs, in Verbindung stehn mit dem uralten Symbol des L i n g a m oder P h a l l u s; sie wird übergegangen seyn aus der orientalischen Theologie in die griechischen Mythen: aber darum ist der Sohn des Himmels, der bei den Griechen die That verübt, nicht derselbe Sohn des Himmels, von dem es die Phönicier erzählten. Man überschaue nochmals jene Sanchuniathonsche Mythologie und lasse durch keine Namen sich irre machen, so wird sich für den philosophischen Forscher eine weit gröſsere Analogie jenes Ilos darbieten mit dem Z e u s der Griechen, als mit dem K r o n o s. Die Sache ist einfach diese. Der oberste Gott jeder Nation ist ein wahrer, d. h. ein Erfahrungs-Gott; der Vater

sowohl als der Grofsvater, den die Mythologie ihm giebt, sind philosophische, sind ergrübelte Götter. Ilos ist ein Sohn des Himmels: Zeus ist es auch: aber eine eigenthümliche Vorstellung, welche die herrschende ward, schaltete eine neue Allegorie, den Kronos, zwischen Himmel und Zeus ein. Nehmen wir nun an, dafs der Mythos von jener Entmannung aus der Fremde in Griechenland einwanderte, so versteht es sich von selbst, dafs er sich auf irgend eine Art, der Genealogie, die er hier vorfindet, anschmiegt. Entweder Kronos mufs hier den Uranos entmannen, oder Zeus den Kronos. Es ist die vollkommenste Bestätigung dieser Ansicht, dafs wir wirklich beides in den Verschiedenheiten der griechischen Sage finden; ja dafs ein moralisirender Vortrag das zwiefach vorgefundene Faktum auch wol benutzte zu einer uralten Heiligung des buchstäblichen Vergeltungsrechts. Kronos hat seinen Vater gestürzt und entmannt; er erfährt beides von seinem Sohn. Kurz, was Kronos in irgend einer Darstellung dieses Mythos thun oder leiden mag, das thut oder leidet er nicht, weil er mit diesem Mythos zugleich gewandert wäre; sondern weil er, obgleich ursprünglich nur das Symbol der Zeit, an dieser Stelle, wohin ihn die genealogische Mythologie gesetzt hat, eben so gut wie Uranos und wie Zeus, auch als das Symbol des Himmels betrachtet ward, und weil zwischen diesen dreien also nothwendig hin und her schwanket, was fremde und heimische Sagen aus alter kosmogonischer Allegorie in die Mythologie verwebten. [21])

So möchte also alles, was zu der Ansicht führen könnte, dafs die Person des Kronos aus dem phönicischen El oder Moloch entstanden sei, sich reduciren auf die Kinderopfer, die jenem obersten Gott dort ge-

21) *Porphyr. de Antr. Nymph.* 16. Παρὰ δὲ τῷ Ὀρφεῖ ὁ Κρόνος μέλιτι ὑπὸ Διὸς ἐνεδρεύεται. πλησθεὶς γὰρ μέλιτος μεθύει καὶ σκοτοῦται ὡς ἀπὸ οἴνου, καὶ ὑπνοῖ. — οὔπω γὰρ οἶνος ἦν. φησὶ γὰρ παρ' Ὀρφεῖ ἡ Νὺξ τῷ Διὶ ὑποτιθεμένη τὸν διὰ μέλιτος δόλον, Εὖτ' ἂν δή μιν ἴδηαι ὑπὸ δρυσὶν ὑψικόμοισιν Ἔργοισιν μεθύοντα μελισσάων ἐριβόμβων, Αὐτίκα μιν δῆσον. Ὃ καὶ πάσχει ὁ Κρόνος· καὶ δεθεὶς ἐκτέμνεται ὡς ὁ Οὐρανός. Wozu Porphyrius selbst etwas weiterhin noch hinzusetzt: ὑφ' οὗ (τοῦ μέλιτος) δολωθεὶς ὁ Κρόνος ἐκτέμνεται πρῶτος τῶν ἀντιφερομένων τῷ Οὐρανῷ. *Schol. Apollon.* 4, 983. Τίμαιος δέ φησι, καὶ τὴν δρεπάνην ἐκεῖ (in *Corcyra*) κεκρύφθαι, ᾗ ὁ Κρόνος τὰ τοῦ Οὐρανοῦ αἰδοῖα ἀπέτεμεν, ἢ ὁ Ζεὺς τὰ τοῦ Κρόνου. *Lycophr.* 761. — νῆσον δ' εἰς Κρόνῳ συγουμένην Ἅρπην (d. i. Δρεπάνην oder Κέρκυραν) περάσας μεζέων κρεάγρμον: s. dort und zu 869. den Schol. *Phurnut. c.* 7. *Etym. M. v.* Τιτανίδα. — Τιτᾶνες δὲ οἱ καταχθόνιοι δαίμονες — ἢ παρὰ τὸ τιταίνω, οἱονεὶ οἱ τείνοντες τὰς χεῖρας εἰς τὸ κόψαι τὰ αἰδοῖα τοῦ πατρὸς Κρόνου ἤγουν τοῦ Οὐρανοῦ (wo, durch eine neue Verschiedenheit, der Kronos von den Titanen getrennt und mit dem Uranos vermengt wird: vgl. die oben Not. 2. angeführte Stelle des Varro). *Fulgent. Mythol.* 1, 2. *Saturnus — falcem gerens: cujus virilia abscissa et in mare projecta Venerem genuere.*

bracht wurden, verglichen mit der Kinder-Verschlingung, welche der Mythos von diesem alten König der Götter berichtet [22]). Vollkommen hinreichend war dies für jene alten Griechen, welche das Bedürfniſs hatten, ihre Gottheiten in den fremden zu finden; aber ganz nichtig für unsern kritischen Zweck. Und gerade von dieser griechischen Dichtung findet sich nichts analoges in dem Gewirre des Philo, der doch gewiſs, hätte er so etwas in der phönicischen Mythologie gefunden, es nicht übergangen haben würde. Dagegen finden wir dort eine weit bessere mythische Begründung jener Opfer. Der Gott selbst opferte einst seinen einzigen Sohn dem Himmel, seinem Vater. Dies fürwahr hat Philo nicht erfunden; dies ist der uralte Mythos zu jenem furchtbaren Zweck, den schon der hebräische Gesetzgeber vorfand, und ihn in der Person seines **Abraham** so schön zu adeln und seiner bösen Tendenz so wirksam zu berauben wuſste. Die Dichtung von einem seine eignen Kinder verschlingenden und dann wiedergebenden Gotte hat, wenn sie nicht etwa, nach meiner obigen Andeutung, in der griechischen Mythologie erst diese Gestalt angenommen hat, zu wenig Analogie mit jenem Gebrauch, als daſs wir nicht den so leicht sich darbietenden allegorischen Sinn für die einzige und ursprüngliche Tendenz derselben halten sollten.

Wenn wir übrigens hie und da lesen, daſs auch in Griechenland und Italien vor Alters **Menschenopfer** dem Kronos dargebracht worden, so wäre dies so sehr nicht zu verwundern, bei dem so natürlichen Ursprung dieses Gebrauchs in den Zeiten vor der Kultur, den wir oben berührt haben, und in Erwägung, daſs fast von allen übrigen hehren Gottheiten derselbe Gebrauch aus diesem oder jenem Theil des ältesten Griechenlands erwähnt wird. Nur in so fern kann es beim Kronos mehr auffallen, da wir geglaubt haben, seine Idee selbst aus dem Begriff jener ältesten glücklichen Zeit zu entwickeln. Indessen ist zuförderst zu bemerken, daſs was von einer solchen bei Griechen üblichen Verehrung des Kronos berichtet wird, sich auf **Kreta** und **Rhodos** beschränkt [23]), auf welchen Inseln wir alte Reste des über das ganze mittelländische Meer verbreiteten [24]) phönicischen

22) Man sehe unten Note 25. die auf ganz analogen Gründen beruhende Vergleichung der Götter von andern nordischen und westlichen Barbaren mit dem Kronos.

23) *Porph. de Abst.* 2, 54. 56. *Athanas. Or. adv. Graecos.*

24) Den westlichsten Tempel dieses Kronos weist Strabo (3. p. 169.) nach in Gades.

Kronosdienstes voraussetzen dürfen. Aber auch bei den übrigen nördlichen Barbaren, den Celten u. a., wurden solche Opfer einem Gotte gebracht, welchen die Griechen und Römer, von dem phönicischen Gebrauch ausgehend, ebenfalls Kronos und Saturnus nannten [25]). Zu eben diesen Völkern gehörten auch die Bewohner des alten Italiens: daher auch bei ihnen derselbe Gebrauch war, dessen *Ovid. Fast.* 5, 627. 628. *Macrob.* 1, 7. erwähnen [26]), und von welchem noch späte Spuren übrig blieben [27]); die späteste die, dafs die Gladiator-Spiele dem Saturn geweiht waren [28]).

Indem wir also nun durch Beseitigung alles fremden, das sich früher und später hinzugedrängt haben mag, auf den Satz zurück kommen, dafs der Kronos oder Saturnus der griechisch-italischen Nationen ursprünglich keine jener Gottheiten gewesen, die wir eigentliche Götter oder Götter der Erfahrung nennen möchten, sondern das rein allegorische und mythische Symbol der Zeit und der Vorzeit; so tritt uns noch das Fest der Saturnalien entgegen. Durch ein so nach ihm benanntes ganz eigentliches und nationales Fest scheint nämlich auch Saturnus in die Klasse jener ganz eigentlichen Götter zu treten, denen unter eben so gebildeten Namen Feste und feierliche Opfer geweihet waren.

Um auch hievon das historische vollständig vor Augen zu haben, müssen wir wieder von den Griechen beginnen. Denn auch bei diesen finden wir ein von demselben Gotte benanntes Fest. Das wenige, was wir umständliches von diesen Kronien wissen, enthalten zwei Stellen, aber ganz deutliche und unbezweifelte, beide bei Makrobius. Die wichtigste ist 1, 10., wo aus dem einst klassischen Schriftsteller über die attischen Alter-

25) *Varr. ap. Augustin. de C. D.* 7, 19. *Suid. in Σαρδάνιος γέλως.* Einzelne Mythen der nordischen Religionen, die mit den griechischen des Kronos etwas übereinstimmendes hatten, kamen dann wol hinzu. So erkannten die Griechen den Kronos in dem Zalmoxis der Geten (s. *Etym.* M. u. *Suid.* in Ζαμολξις. *Hesych.* in Ζάλμοξις u. Σάλμοξις), wegen der mit seinem Dienst verbundenen Lehre von glücklichem Zustand nach dem Tode bei Zalmoxis, und wegen der Menschenopfer, wovon *Herod.* 4, 94. 95. So spricht Plutarch (*de Orac. def.* p. 420. a. und *de Facie Lunae* p. 941. a.) von gewissen Inseln der Geister oder der Helden bei Britannien, wo, nach Aussage der Einwohner, Kronos schlafend vom Briareos auf Zeus Befehl bewacht werde. Ein merkwürdiges Beispiel, wie die Griechen die Namen ihrer Mythologie in die fremden Mythen brachten.

26) S. auch *Dionys. Hal.* 1. *p.* 30.

27) *Plin.* 30, 1.

28) S. *Lips. Saturnal. Serm.* 1, 5.

thümer, dem Philochorus, referirt wird. *Philochorus Saturno et Opi primum in Attica statuisse aram Cecropem dicit, eosque deos pro Jove Terraque coluisse, instituisseque ut patres familiarum et frugibus et fructibus jam coactis passim cum servis vescerentur, cum quibus patientiam laboris in colendo rure toleraverant. Delectari enim deum honore servorum contemplatu laboris. Hinc est quod ex instituto peregrino* (griechischem, s. Kap. 8.) *huic deo sacrum aperta capite facimus.* Die andere 1, 7. besteht in folgenden Versen des alten Accius aus dessen Annalen:

Maxima pars Grajum Saturno, et maxime Athenae
Conficiunt sacra, quae Cronia esse iterantur ab illis:
Cumque diem celebrant, per agros urbesque per omnes
Exercent epulas laeti, famulosque procurant
Quisque suos. Nostrisque itidem est mos traditus illinc
Iste, ut cum dominis famuli epulentur ibidem.

Noch gehört hieher eine Stelle des Demosthenes (*adv. Timocr. p.* 708. 13.), worin er der Kronien als eines Festes erwähnt, dessentwegen der Rath nicht zusammen kam, und das den 12ten Hekatombäon, also um die Erntezeit, gefeiert ward [29].

29) Τῆς ἐκκλησίας — οὔσης ἑνδεκάτης τοῦ Ἑκατομβαιῶνος μηνός, δωδεκάτῃ τὸν νόμον εἰσήνεγκεν, εὐθὺς τῇ ὑστεραίᾳ, καὶ ταῦτ' ὄντων Κρονίων, καὶ διὰ ταῦτ' ἀφειμένης τῆς βουλῆς. — Unbedeutend durch Kürze sowohl als geringe Autorität sind noch folgende Notizen der Grammatiker: *Verr. Flacc. ap. Macrob.* 1, 4. *Saturnaliorum dies apud Graecos quoque festi habentur.* *Schol. Aristoph. Nub.* 397. Ἐστι δὲ Κρόνια παρὰ τοῖς Ἕλλησιν ἑορτὴ τὰ παρὰ τοῖς Ῥωμαίοις Σατουρνάλια ἢ Ἀπατούρια: über welchen letzten Zusatz ich jetzt nichts zu sagen habe, als was jedermann weiſs, daſs die Apaturien ein ganz verschiedenes, obgleich auch mit Lustbarkeit und Mahlzeiten verbundenes Fest waren, das in den Spätherbst fiel. Zweifelhaft endlich, ob sie hieher gehöre, ist die Stelle *Plut. adv. Epicurum* 16., von welcher s. im Zusatz B. zu dieser Abhandlung. Und so würde also, ohne die zwei Fragmente des Philochorus und Accius, die Notiz von einem, dem Grundzuge nach, den italischen Saturnalien gleichen griechischen Feste des Kronos so verloren für uns seyn, daſs wir es fast leugnen müſsten. Denn wie erklärt man sichs, daſs Athenäus an der gleich anzuführenden Stelle, wo es ihm darum zu thun ist, zu zeigen, daſs die Römer ihre Saturnalien von den Griechen genommen hätten, nichts anzuführen weiſs, als die ähnlichen Gebräuche an den Festen anderer Götter? Wie konnte dem alleswissenden das demselben Gotte geweihte Fest des Hauptvolkes entgehn? Die Antwort wird leicht seyn und brauchbar, mit Behutsamkeit, für andre Fälle. Jene, die uns jetzt Alleswisser scheinen, weil wir Nichtswisser sind, würden, wenn wir ihre Bibliotheken noch hätten, uns nur als Vielwisser und Halbwisser erscheinen. Bei der Unmöglichkeit, daſs Einer alles lesen und behalten oder zweckmäſsig excerpiren könne, trug jeder vor, was er hatte, und lieſs häufig die wichtigsten und beweisendsten Stellen aus bekannten Büchern unbenutzt liegen.

Diese Notizen sind uns sehr wichtig. Denn ohne sie könnten wir uns durch ein solches Nationalfest, wie die italischen Saturnalien, wohl veranlaſst glauben, den Saturnus von dem Kronos zu trennen, und den römischen Antiquarien Glauben beizumessen, die ihn für einen alten Gott des Feldbaues halten. Allein hier sehen wir erstens die Kronien mit den Saturnalien nicht bloſs durch den Namen des Gottes, sondern durch einen Grundzug, das Wohlleben der Knechte, verbunden, welcher die historische Einerleiheit beider Feste beweist; und zweitens sehen wir auch hier den Kronos mit der Ernte in Verbindung gesetzt, da doch keine Spur in irgend einem Schriftsteller in dem Kronos der Griechen einen Gott des Feldbaues ahnen läſst. Die Beziehung jeder wohlthätigen Gottheit auf den Feldbau ist in der alten ländlichen Zeit so natürlich, daſs, also auch für den Saturnus nichts eigenthümliches dieser Art hervorgeht; und zwischen dem griechischen und italischen Gott ist demnach kein weiterer Unterschied, als der, daſs in Italien die Verehrung des Saturnus und jenes Fest sich etwas mehr entwickelt hatte, als in Griechenland.

Hier müssen wir uns nun erinnern, daſs bei allen Völkern Feste und Freudentage waren, welche die Jahreszeit oder andre Umstände ihnen gleichsam geboten, und die sich hinter drein erst an die Verehrung eines Gottes oder an ein mythisches Faktum knüpften. Solche Naturfeste sind die Erntefeste, die Herbstfeste, die Winterfeste: und so ward es ferner durch die bei der Mehrzahl der Menschen nie gänzlich fehlende Gutmüthigkeit zu einem moralischen Bedürfniſs, auch der gedrückten Menschenklasse, besonders der ganz unterdrückten, den Sklaven, ein Fest zu bereiten; ihnen einige Tage, einen Tag wenigstens, des Wollebens zu gewähren. An diesem hatten sie den Geschmack der Freiheit, und durften mehr oder weniger sich selbst sich überlassen. Dieser Tag, den die Griechen, nach den obigen Berichten, sehr natürlich hinter die Zeit der Einsammlung der Früchte legten, erinnerte nothwendig an jene Vorzeit, wo nicht Reiche und Arme, nicht Herren und Knechte waren. Es war das Fest der Vorzeit, der Goldnen Zeit, der Tag des Kronos oder die Saturnalien. So knüpfte sich unvermerkt an den Namen und den Mythos dieses Gottes ein Fest, ohne daſs eine eigentliche Verehrung desselben Zweck, selbst nicht hinzutretender Zweck davon gewesen wäre. Der Gott entwickelte sich vielmehr hier zum Theil aus dem Feste; und so ist es denn auch sehr begreiflich, daſs sich zur Verschönerung und Heiligung des Festes bildliche Vorstellungen, mystische

und

und abergläubische Gebräuche, in Beziehung auf jenen alten Gott und dessen Mythen entwickelten, die sich in Opfer und andere äußere Zeichen der Verehrung gestalteten. Also die Ursach zum Fest lag im Menschen und dessen Umgebungen; an eine Gottheit knüpfte es nun erst das religiose Bedürfniß. Von dem Begriffe des Kronos ging es so wenig aus, daß vielmehr die Griechen eben diesen fröhlichen Tag der Knechte auch mit der Verehrung anderer Götter, mit eigentlichen Nationalgottheiten, verbanden. Namentlich feierten ihn, wie wir aus Athenäus (14. p. 639.) lernen, die Kretenser am Feste des Hermes, die Thessalier an dem des Zeus Pelorus, und die Trözenier am Feste des Poseidon [30]). Ja in Athen selbst hatten die Knechte noch einen zweiten solchen Tag an dem eigentlichen National-Freudenfest, den Dionysien, welche wie die italischen Saturnalien in den Winter fielen [31]). Und eben weil dieses und andre Feste die dortige Nationalität mehr ansprachen, so bliebt das Kronosfest, und mit ihm die Verehrung dieses Gottes, dort bei einer gewissen Geringfügigkeit und Dunkelheit stehn. Kronos war ein Gott nur in ihrer Mythologie, nicht in ihren Tempeln. Und nur wie überhaupt keine göttliche oder übermenschliche Natur ist, die nicht hie und da einen Altar, eine Kapelle und eine gewisse Verehrung in Griechenland hatte; so findet sich dergleichen auch in Beziehung auf den Kronos. Bei Olympia war der bekannte kronische Hügel, auf dessen Spitze dem Gott geopfert ward (*Pausan.* 6, 20.); und auch hiemit verband sich eine Sage von dem goldnen Geschlecht; die Menschen desselben hatten dem Kronos bei Olympia einen Tempel geweiht (*id.* 5, 7.). In Athen war eine alte Kapelle des Kronos und der Rhea am Fuße der Akropolis (*id.* 1, 18.), wahrscheinlich eben da, wo Cekrops, nach Philochorus Bericht, eben diesen Göttern den Altar geweiht hatte, der mit jenem alterthümlichen Feste in Verbindung stand.

30) Athenäus sagt zwar nur, daß in Trözen im Monat Gerästios an einem Tage eines vieltägigen Volksfestes (πανήγυρις) dieser Gebrauch statt finde. Allein aus *Schol. Pind. Ol.* 13, 159. wissen wir, daß in Euböa die Gerästia das Fest des Poseidon waren, der von dem ihm heiligen Vorgebirg Gerästos den Beinamen Gerästios führte (*Aristoph. Eq.* 561.). Da nun, wie wir sehn, bei den Trözeniern, deren großer Nationalgott bekanntlich Poseidon war, ein Monat den Namen Gerästios trug, so versteht es sich von selbst, daß die in denselben fallende große Panegyris das große Hauptfest des Poseidon war.

31) S. von den Dionysien und ihrem Verhältniß zu den Saturnalien, den Anhang zu dieser Abhandlung.

In Italien scheint die griechische Sage vom Kronos und jenes wohlthätige Fest schon eine andre grofse National-Lustbarkeit vorgefunden zu haben, an die es sich anschlofs. Bei den celtischen und andern nordischen Völkern war die Hauptlustbarkeit im Jahre das Jul- oder Juel-Fest, das sich nachher im Norden an das christliche Weihnachtfest anschlofs, aber, wie bekannt, schon in den ältesten heidnischen Zeiten vorhanden war. Von diesem Feste liest man, so viel ich weifs, nirgend, dafs es das Fest eines der celtischen oder nordischen Götter war; sondern es war eine von uralten Zeiten hergebrachte Lustbarkeit, womit man die Zeit der kürzesten Tage, oder vielmehr der langen Nächte, erheiterte [32]. Wer kann zweifeln, dafs die in eben diese Decemberzeit fallenden italischen Saturnalien, dieses Nationalfest allgemeiner freudiger Ausgelassenheit, in einem Lande, dessen alte Bevölkerung mit den nördlich über ihnen wohnenden Nationen so nahe verwandt war, ursprünglich eben jenes nordische Winterfest war? An dieses hatte sich also der griechische Gebrauch und die Sage vom Saturn angeschmiegt; und so hiefs es nun die Saturnalien. Hieraus und aus der Gestalt, welche der Mythos vom Kronos in Italien angenommen hatte, dafs er nämlich der alte gute König des Landes gewesen, wird es denn auch sehr begreiflich, dafs ihm dort mählich eine gröfsere Verehrung erwuchs. Er hatte Tempel an vielen Orten in Italien [33]; aber immer blieb es eine Verehrung des zweiten oder dritten Ranges, die mit denen der Urgottheiten in keine Vergleichung kam [34].

32) Ich führe an, was mir eben zur Hand ist, *Loccenii Antiqq. Sueo-Gothicae I, 5.* und die dort beigebrachten Stellen des Beda u. a.

33) S. *Liv.* 2, 21. *Dion. Hal.* 1, *p.* 27. 6, *p.* 341. *Macrob.* 1, 8.

34) Zwar liest man hie und da etwas, wie folgendes bei *Macrob.* 1, 7., wo zu den Römern gesagt wird: *Saturnum vero vel maxime inter ceteros honore celebratis.* Aber da wir ja historisch wissen, dafs die Verehrung, die Saturn bei den Römern hatte, nicht auf gleicher Stufe stand, wie die des Jupiter, des Mars, des Apoll, der Diana, der Vesta etc.; so sieht man wohl, dafs jenes nur ein ungenauer rednerischer Ausdruck ist, im Gegensatz der Hintansetzung dieses Gottes bei einigen andern Völkern. — Römische und italische Gegenstände und Angelegenheiten, die in religioser Beziehung auf den Saturn standen, wie so unendlich viele auf die andern Götter, findet man äufserst wenige. Die *Nundinae* waren ihm heilig (*Plut. Q. R. p.* 275. *b.*). Aber einleuchtend ist die Uebereinstimmung hievon mit dem Grundbegriff der Saturnalien. Die *Nundinae* waren der Tag, wo das Landvolk nach der Stadt ging, und woran sich also eine Art Ferien knüpfte. S. *Macrob.* 1, 16.

Da etymologische Untersuchungen, sobald sie etwas tiefer gehn, dem minder geübten einen verzeihlichen Verdacht auf die damit verbundenen Resultate zu werfen pflegen; so habe ich auf die innere Konsistenz meiner Darstellung und die Kraft der übrigen Begründungen mich verlassend, nur die einleuchtende und gangbare Vergleichung des Namens Κρόνος mit χρόνος zu Hülfe genommen, von dem lateinischen Namen aber gar nichts gesagt, weil es ja nicht verlangt werden kann, daſs wir jedes alten Namens Herkunft wissen sollen. Da ich aber wirklich glaube, auch auf etymologischem Wege zu einem befriedigenden Resultate gelangt zu seyn, so trage ich keinen Anstand, den Kennern auch dieses noch vorzutragen.

Aus Plato's Kratylus wird heut zu Tage wol niemand mehr etymologische Belehrung schöpfen wollen. Bei Gelegenheit des Namens Κρόνος jedoch macht er die auffallende Bemerkung, der alte Namengeber habe wol nicht bloſs zufällig den beiden Stammeltern aller Götter den Namen von Strömungen gegeben, weil ihm nämlich Ῥέα von ῥεῖν zu kommen und Κρόνος mit κρουνός einerlei zu seyn scheint. Auch meine Aufmerksamkeit reizt jedes Zusammentreffen, das andre gewöhnlich zu schnell dem Zufall zuschreiben. Man scheue sich nicht, Rhea, die vielgefeierte, mit Kronos in Eine Kategorie zu bringen; ich meine, durch Deutung ihres Namens auf irgend eine Allegorie, sie zu einem bloſsen Gebilde der Mythologie ohne eigentlich historische Realität zu machen. Die vielgefeierte ist nicht Rhea, sondern die ungriechische Cybele, die, weil eine asiatische Religion sie zur Mutter der Götter machte, erst spät von den Griechen mit der Rhea ihrer Mythologie verglichen worden, so unähnlich dieser im übrigen die phrygische Göttin ist. Der Name Rhea darf also mit dem Namen Kronos aus derselben Allegorie entstanden, und sie selbst eine bloſs aus dem Begriff des Kronos gebildete genealogische Nebenperson ursprünglich seyn. Von dem neuen Blick aber in die Etymologie des Namens Κρόνος darf uns die bereits von uns anerkannte Gleichheit desselben mit χρόνος nicht abschrekken. Was von Κρόνος gilt, gilt auch von χρόνος. In den Wörtern κρουνός und κρήνη erkennt jeder Kundige den allgemein verbreiteten Stamm des Verbi ῥεῖν, rinnen, den ein sehr natürlicher Gebrauch auf die Zeitbegriffe anwendet. Was alt ist, ist verronnen oder verflossen; was in der Zeit geschieht, geschieht im Verfluſs oder Verlauf der Zeit. Nicht allein also das Wort κρόνος, sondern auch dessen aspirirte Aussprache χρόνος, dürfen wir von dieser Wurzel ableiten.

Mit dieser Voraussetzung erkläre ich κρόνος für ein altes Adjektiv mit der Bedeutung 1) verflossen, 2) längst verflossen, alt. Bloſs auf diese Art erklärt sich das im attischen Sprachgebrauch gebliebene, auf eine höchst gezwungene ungrammatische Art sonst als Uebertragung von der Person Κρόνος betrachtete Adjektiv κρόνος 1) altväterisch, altmodisch, 2) albern, närrisch; genau wie im Englischen *antick* so viel heiſst als närrisch. (S. *Hdf. ad Plat. Euthyd. c.* 38. und das dort angeführte Scholion zum Aristoph. *Nub.* 926. κρόνος, ἀρχαῖος, λῆρος). Höchst wahrscheinlich hieſs also in der alten Sprache κρόνος αἰών die alte Zeit, worauf, wie gewöhnlich, κρόνος Substantiv und Eigenname der personificirten Vorzeit ward, zugleich aber die andre Aussprache χρόνος von der Sprache benutzt ward, jene Modifikation der Bedeutung auszudrücken, wornach es den dauernden Fluſs oder Verlauf der Zeit, die Zeit, bedeutet.

Auf einen ähnlichen Hergang mit dem lateinischen Namen Saturnus muſs uns sogleich diese Endung aufmerksam machen. Die Endungen *ernus* und *urnus*, *ternus* und *turnus* (in sich einerlei, wie *endus* und *undus*), kommen fast durchaus nur in Adjektiven der Zeit vor: *hodiernus*, *diurnus*, *nocturnus*, *aeternus*, *diuturnus*. Für *Saturnus* bietet sich freilich nicht sogleich, wie für diese angeführten, der Wortstamm dar. Allein man vergleiche *saeculum* (denn dies ist die einzig richtige Schreibart, s. die Inschriften bei *Manut. Orthogr. in voce*), und bemerke, daſs auch in diesem Worte die zwei letzten Silben nur eine analogische lateinische Endung sind; so ergiebt sich sogleich mit groſser Wahrscheinlichkeit, daſs das Stammwort, wovon *saeculum* eine Art Diminutiv ist, ein den Zeitraum überhaupt bedeutendes Wort gewesen seyn muſs; gleichbedeutend mit dem griechischen αἰών und dem gewöhnlichen lateinischen *aevum*, und von beiden nur durch das eintretende *s* verschieden, etwa *saium* oder *saum*; wovon also *saturnus* ein Adjektiv war, wie *aeternus* von *aevum*. Der Sprachgebrauch gab diesem letztern Adjektiv den Begriff der Ausdehnung und Fortdauer überhaupt; jenes muſs den Begriff der Ausdehnung in die Vorzeit gehabt haben: alt, uralt. *Saturnum tempus* hieſs also, was nach meiner vorigen Darstellung κρόνος αἰών, und *Saturnus* ward der Name für die personificirte Vorzeit bei den Lateinern.

Ich hege zu dieser etymologischen Entwickelung das Vertrauen, daſs sie sich, unabhängig von meinen übrigen Ansichten, durch innere Konsequenz und Analogie empfehlen werde. Sicherer aber weiſs ich, daſs ich

heutige Sprachkritiker von den vorhandenen schlechten Etymologien des lateinischen Namens, namentlich von der von σάϑη, *membrum virile*, weil nämlich dieser Gegenstand in Saturns Mythologie vorkommt, nicht mehr abzuschrecken brauche. Wenn indessen Makrobius (1, 8.) sowohl *Saturnus* als *Satyrus* von diesem Worte ableitet, so könnte man, ohne die Ableitung anzunehmen, doch auf eine ursprüngliche Einerleiheit dieser Namen verfallen, und selbst dadurch darin bestärkt werden, daſs beide Begriffe, der des Saturn und der der Satyri, auf die Urzeit der Menschheit uns führen. Der Sprachkenner wird indeſs gleich fühlen, daſs die Quantität in diesem Falle sich ganz entgegen sträubt. Es ist durchaus nicht abzusehen, wie sich das kurze *a* in *Satyrus* in der lateinischen Form *Saturnus*, wo noch dazu kein Accent darauf liegt, verlängert haben sollte. Auch würde ja, da man den Faunus, den Silenus, den Pan, bald in der einfachen, bald in der vielfachen Zahl sich dachte, eine Spur sich zeigen von *Saturnis;* ja diese lateinische Form würde die griechische nicht haben aufkommen lassen. Dennoch würde diese Meinung einigen Schein bekommen, wenn es wahr wäre, was man z. B. in Geſsners *Thes. v. Saturnus* liest, daſs in den Gesängen der Salii der Faunus *Saturnus* sei genannt worden. Ich setze den Abschnitt des Festus, worin das stehn soll, hieher.

Saturno dies festus celebratur mense Decembri, quod eo aedis est dedicata. et is culturae agrorum praesidere videtur, quod etiam falx ei est insigne. versus quoque antiquissimi, quibus Faunus fata cecinisse hominibus videtur, Saturnii appellantur; quibus et a Naevio bellum Punicum scriptum est, et a multis aliis plura composita sunt. qui deus in Saliaribus Saturnus nominatur, videlicet a sationibus.

Freilich, wenn man hier *qui deus* auf den nächst vorhergehenden ausdrücklichen Namen eines Gottes beziehen muſs, so geht es auf *Faunus.* Will man sich also dabei beruhigen; nun gut, so sehe ich hier weiter nichts, als daſs die Salischen Gesänge, deren bekannter Charakter es ist, lauter dem Volk unbekannte, mystische Benennungen zu gebrauchen, hier eine mystische Darstellung befolgten, wonach die beiden Urgötter Italiens, Faunus und Saturnus, einerlei Wesen seyn sollten, dergleichen Identificirungen es in den Theologien der Alten eine Menge gab, und welche durchaus ohne Konsequenz sind. Aber man überlege doch den vorliegenden Satz genauer. Wie kommt die Ableitung des Namens *Saturnus, a sationibus* hieher, wenn vom eigentlichen Saturn nicht die Rede ist? Oder soll dadurch erklärt

werden, dafs man den Faunus *Saturnus* nannte? Wo ist auch nur eine Spur, dafs man jenem alten Waldgott die Saaten und den Feldbau zugeeignet hätte? Diese Gottheiten sind ja vielmehr durchaus das Symbol des Zustands der Menschheit vor Einführung des Ackerbaues. Es ist also offenbar, dafs hier auf irgend eine Art wieder vom Saturnus die Rede seyn mufs; und da das *qui deus* auf jeden Fall schlecht angeknüpft ist (von *Faunus* trennen es vier Zwischensätze), so ist es doch weit erträglicher, es wieder auf den Namen zu beziehen, zu dem der ganze Artikel gehört. Statt *Saturnus nominatur* mufs also eine Namensform hier gestanden haben, welche eine deutlichere Ableitung von *satum* war. Alles dies hat Dacier eingesehn, wie aus seiner Emendation *Satunnus* erhellet. Ich glaube diese nur noch durch eine Kleinigkeit verbessern zu müssen, indem ich *Satumnus* schreibe nach der Analogie von *alumnus*, *Vertumnus*, *Clitumnus*, *Picumnus*. Der Artikel des Festus besteht also aus vier Notizen, die unter sich nicht zusammenhangen, und die der Kompilator, um nicht so viel einzelne kleine Abschnitte zu machen, durch nachlässige äufsere Verbindung vereinigt hat: 1) die Epoche der Saturnalien, 2) dafs dem Saturnus der Feldbau zugeschrieben worden, 3) dafs die *versus Saturnii* nach ihm benannt sind, 4) dafs die Salier, um statt des geläufigen Namens einen gesuchteren zu haben, ihn, mit Anspielung auf den von ihm in Italien eingeführten Feldbau, statt *Săturnus*, *Sătumnus* nannten. Aber nun fehlt die Begründung der Benennung der *versus Saturnii*. Sie bedurfte keiner, weil man leicht einsah, dafs sie so hiefsen, eben weil sie der uralte Rhythmus italischer Gesänge waren. Denn auch in Italien hiefsen Orte und andre Gegenstände, die mit Sagen und Erinnerungen aus dem grausten Alterthum verbunden waren, *Saturnius*, so wie im Griechischen Κρόνιος; namentlich das Kapitol ursprünglich *mons Saturnius*, und die angeblichen Ureinwohner am Fufse desselben *Saturnii*. S. Festus in *Saturnia*.

Wenn ich auf diese Art durch diese ganze Untersuchung den griechischen Gott ganz aus sich selbst und aus dem griechischen Boden, worauf wir ihn finden, zu erklären, und alles ausländische von ihm abzuwehren gesucht habe, so kann mich wol weniger, als die meisten Forscher dieses Faches, der Verdacht vorgefafster Meinung treffen; da ich bisher stets darauf ausgegangen bin, die Spuren fremder Herkunft in den Mythen der Griechen zu verfolgen. Meine Ueberzeugung bildete sich im gegenwärtigen Falle durch eine gleichsam entgegenkommende Uebereinstimmung aller

Notizen nach einfacher Erklärung, wodurch es mir unmöglich ward, an einen Zufall zu denken. Dennoch habe ich zu viel Erfahrung über die Natur dieser Art von Forschung, um nicht zu erkennen, wie leicht, bei der Beschränkung unserer Umsicht, Einseitigkeit uns beschleicht. Allein eben weil diese Gefahr eine Bedingung des menschlichen Geistes ist, kann die Wahrheit nur dadurch mit Sicherheit hervordringen, wenn jeder die eine Seite, die ihm nach gewissenhafter Abwägung die wahre Ansicht zu geben schien, nun auch vollständig und rund durchzuführen sucht. Daſs Andeutungen vorhanden sind, nach welchen der Begriff des Kronos auf anderm Wege in die griechische Mythologie gekommen zu seyn scheinen kann, habe ich nicht nur anerkannt; sondern auch mitten in meiner Beseitigung dieser Ansicht überall in Text und Noten hingestreut, was Samen einer gegenseitigen Untersuchung werden kann. Wem es gelingt, durch Hinzufügung anderer Spuren, die mir verborgen geblieben, diese Seite zu verstärken; wer mit Wahrheitsliebe das, was mir die Sache anders erscheinen lieſs, dieses Scheines berauben zu können glaubt, der führe nun auch auf dieser andern Seite die Untersuchung eben so vollständig, und mit gleicher Gefahr unfreiwilliger Einseitigkeit durch. Wo alsdann auch die Wahrheit erscheine, jedem von uns bleibt sein Verdienst um ihre Enthüllung.

Zusatz A.

Wir haben die Verwerfung des 169. Verses in **Hesiod's** Werken und Tagen oben berührt. Um darüber urtheilen zu können, muſs man die ganze Stelle vom Heroen-Geschlecht vor Augen haben:

> Αὐτὰρ ἐπεὶ καὶ τοῦτο γένος κατὰ γαῖα κάλυψεν
> Αὖθις ἔτ' ἄλλο τέταρτον ἐπὶ χθονὶ πουλυβοτείρῃ
> Ζεὺς Κρονίδης ποίησε δικαιότερον καὶ ἄρειον
> Ἀνδρῶν ἡρώων θεῖον γένος, οἱ καλέονται
> 160 Ἡμίθεοι προτέρῃ γενεῇ κατ' ἀπείρονα γαῖαν.
> Καὶ τοὺς μὲν πόλεμός τε κακὸς καὶ φύλοπις αἰνὴ
> Τοὺς μὲν ἐφ' ἑπταπύλῳ Θήβῃ, Καδμηΐδι γαίῃ,

Ὤλεσε μαρναμένους μήλων ἕνεκ' Οἰδιπόδαο,
Τοὺς δὲ καὶ ἐν νήεσσιν ὑπὲρ μέγα λαῖτμα θαλάσσης
165 Ἐς Τροίην ἀγαγὼν Ἑλένης ἕνεκ' ἠϋκόμοιο.
Ἔνθ' ἤτοι τοὺς μὲν θανάτου τέλος ἀμφεκάλυψεν.
Τοῖς δὲ δίχ' ἀνθρώπων βίοτον καὶ ἤθε' ὀπάσσας
Ζεὺς Κρονίδης κατένασσε πατὴρ ἐς πείρατα γαίης,
Τηλοῦ ἀπ' ἀθανάτων τοῖσι Κρόνος ἐμβασιλεύει.
170 Καὶ τοὶ μὲν ναίουσιν ἀκηδέα θυμὸν ἔχοντες
Ἐν μακάρων νήσοισι παρ' Ὠκεανὸν βαθυδίνην
Ὄλβιοι ἥρωες· τοῖσιν μελιηδέα καρπὸν
Τρὶς ἔτεος θάλλοντα φέρει ζείδωρος ἄρουρα.
Μηκέτ' ἔπειτ' ὤφειλον ἐγὼ πέμπτοισι μετεῖναι u. s. w.

Was nun unter diesen Versen den 169. betrifft, so haben denselben von 51 Handschriften, welche Lanzi in seiner Ausgabe aufzählt, nur drei, der *Cod. Voss.* woraus ihn Graevius aufnahm, der eine *Lipsiensis* (denn Lösner führt unter denen, die ihn nicht haben, bloſs den *Academicus* an, was Lanzi übersah), und ein *Vaticanus*. Und zwar sehe ich ihn durchaus so angeführt:

Τηλοῦ ἀπ' ἀθανάτων τοῖσι Κρόνος ἐμβασίλευε.

Eben so schreibt ihn auch Proklus: aber sonderbarer Weise steht sein Scholion mit diesem Vers weiter oben zwischen den Scholien zum 160. und 161. Vers, also mitten in dem Zusammenhang von dem Erdenleben dieses Geschlechts. Was man nun auch versuchen möchte, um den Vers dort zu halten, ist vergeblich, wie aus Proklus Worten selbst hervorgeht. Denn dieser führt nun an, die Kritiker verwürfen diesen Vers „und den folgenden" als leeres Gerede (φληναφώδεις) und den Affekt der darauf folgenden Verse (τῶν μετ' αὐτοὺς ςίχων) zerstörend; und nun führt er gleich selbst die Verse 174. 175. (Μηκέτ' ἔπειτα etc.) als die von ihm gemeinten an, denen er das dazu gehörende groſse Scholion beifügt, das nachher da, wo die Verse hingehören, noch einmal gelesen wird. Hier ist also nicht bloſs im Text, sondern auch in den Scholien Konfusion. Der „folgende Vers," der mit jenem verworfen ist, kann, wie jeder fühlt, nicht der 161. seyn, der dort auf ihn folgen würde; sehr wohl aber kann der 170. gemeint seyn, der in jenen Handschriften und in der obigen Ordnung auf ihn folgt; und nur wenn er ungefähr da stand, war die Beziehung der ihn verwerfenden

den Kritiker auf die Verse Μηκέτ' ἔπειτα etc. als nächst folgende möglich. Freilich erscheinen nun die innern Gründe dieser Verwerfung sehr schlecht. Aber daraus sieht man, daſs sie bloſs Gründe aufsuchten, weil die beiden Verse in ihren Exemplaren wirklich fehlten. Untersuchen wir nun die Sache, so findet sich allerdings, daſs in jenen sieben Versen 167—173. nicht nur eine lästige Häufung, sondern auch ein Mangel an innerm Zusammenhang ist. Einigermaſsen nun wäre durch Weglassung der beiden erwähnten Verse dem abgeholfen; nur daſs der Nominativ Ὄλβιοι ἥρωες in der Luft schwebt, wenn der 170. Vers fehlt. Darum eben haben denn auch diesen die jetzigen Handschriften alle, und nur der 169. fehlt, wie gesagt, in den allermeisten. Das sind aber offenbare Willkürlichkeiten; und mit Recht stellte also Graevius auch diesen wieder her, und die folgenden behielten ihn bei, bis Brunck ihn wieder ausstieſs. Soviel erhellet nun mit Wahrscheinlichkeit, daſs diese Stelle zu jenen gehört, die in älteren Zeiten von andern Rhapsoden anders gesungen wurden, und die man nachher, durch bestmögliche *Zusammenreihung* der verschiednen Verse, zu vervollständigen glaubte; eine Kritik, über deren Anwendung auf dies Gedicht August Twesten eine scharfsinnige Abhandlung geschrieben hat, wovon einige Bogen, indem ich dies schreibe, bereits vor mir liegen *). Bei der Unmöglichkeit, unter solchen Umständen den eigentlichen Zusammenhang des ersten Dichters, oder auch nur Eines Rhapsoden mit Sicherheit herzustellen, müssen also alle solche Verse in unsern Ausgaben beibehalten werden, da sie, für uns, alle gleich echt und gleich alt sind. Nur das habe ich mir herausgenommen, daſs ich oben ἐμβασιλεύει schrieb; denn nur dies paſst in diesen Zusammenhang. Auch habe ich das Komma nach ἀθανάτων gelöscht; denn nur in Beziehung auf den Kronos konnte der Urheber dieses Verses gesagt haben τηλοῦ ἀπ' ἀθανάτων. Vossens Uebersetzung dieses Verses, „Fern bei den Ewigen dort, wo Kronos übet die Herrschaft," scheint auf einer Aenderung zu beruhen, die ich nicht annehmen kann, wie sie auch griechisch laute. — Der von Graevius angeführte Vers aus der einen Triopeischen Inschrift:

Ἐν μακάρων νήσοισιν, ἵνα Κρόνος ἐμβασιλεύει,

ist eine Nachahmung des Hesiodischen, wodurch die nothwendige Verbesserung dieses noch bestätiget wird.

*) Sie ist seitdem erschienen unter dem Titel: *Augusti Twesteni Commentatio critica de Hesiodi carmine Opera et Dies. Kiliae* 1815. 8.

Zusatz B.

Ich habe im Obigen über die Κρόνια der Griechen und deren Verhältnifs zu den italischen Saturnalien nur so viel gesagt, als sich aus den wenigen Notizen der Alten über das so benannte griechische Fest selbst ungefähr ziehen und folgern liefs. Eben diesen Gegenstand hatte aber schon mein unvergefslicher Freund Spalding berührt in seiner Abhandlung *de Dionysiis Atheniensium festo* (s. Abhandl. der hist. philol. Klasse 1704—1711. S. 77. ff.), und war dabei auf andre Vermuthungen gekommen, welche wohl verdienen aufgenommen zu werden. Weil sie indessen oben zu weit von meinem eigentlichen Zweck abgeführt hätten, so will ich das, was ich hierüber noch zu sagen habe, hier besonders vortragen.

Ueber die ursprüngliche Einerleiheit der religiösen Winter-Lustbarkeiten bei den verschiedenen Völkern Europens dachte ich mit Spalding längst völlig gleich, und von ihm war die Idee mir eigentlich zugekommen. In der Untersuchung über die Dionysien bot sich ihm eben diese Vergleichung, da bei derselben nothwendig nur von einem grofsen Volksfest die Rede seyn kann, bei jenem ältesten Bacchusfest dar, welches die ländlichen Dionysien hiefs, und, wie aus Theophrast erhellet, im Posideon gefeiert ward (S. 76.), der unserm December ungefähr entspricht. Das hohe Alterthum aber der in dieser Jahreszeit gehaltenen Feier bestätigt er durch den Namen des Monats Lenäon im Hesiodus (S. 71. 80.), welcher als der unfreundlichste Wintermonat, gerade wie sonst der Posideon (S. 76.), beschrieben wird, und der doch nur von den Lenäen oder dem Bacchusfest seinen Namen haben konnte. Nachdem er ferner mit grofser Wahrscheinlichkeit darzuthun gesucht, dafs die späterhin sogenannten Lenäen, oder die Anthesterien, im Anfange des dortigen Frühlings, welche Thucydides (2, 15.) nur im Gegensatz der nachherigen grofsen Dionysien im eigentlichen Frühling die alten nennet, eine von Theseus zur Vereinigung der Landbewohner in die Stadt verpflanzte Wiederholung des noch älteren ländlichen Bacchusfestes waren, wobei dieses in seiner alten Jahreszeit dennoch auf dem Lande fortbestand; so zieht er nun (S. 78. f.) die Parallele zwischen den Anthesterien und den Saturnalien, weil eben daraus die Pa-

rallele zwischen den ältesten Land-Dionysien im Posideon und den Saturnalien hervorgeht. Der Hauptzug ist nun der, daſs die Anthesterien besonders auch ein Fest für die Sklaven waren *). Was Spalding hier für die ländlichen Dionysien nur indirekt darthut, läſst sich auch direkt beweisen aus folgender Stelle des Plutarch *adv. Epicurum* 16. *καὶ γὰρ οἱ θεράποντες ὅταν Κρόνια δειπνῶσιν ἢ Διονύσια κατ᾽ ἀγρὸν ἄγωσι περιιόντες, οὐκ ἂν αὐτῶν τὸν ὀλολυγμὸν ὑπομείναις.* Was die Kronia in dieser Stelle betrifft, so werden wir gleich davon reden. Alles übrige ist nun klar. Die Dionysien waren bei den Griechen von Alters her ein Fest der Spiele und Scherze, des Schmausens und Wollebens für alle, namentlich auch für die Sklaven. Theseus verpflanzte dasselbe, als Anthesterien, in die Stadt natürlich mit denselben Gebräuchen, aber vermuthlich verschönert. Die Athener, das heiſst die Freien, die Besitzer, hatten nun ein doppeltes Fest: denn auf dem Lande blieb ja nothwendig eine groſse Menge Arbeiter und Sklaven, die an dem neuen Feste in der Stadt nicht Antheil nehmen konnten. Diese behielten ihr altes Fest, wobei die Herren natürlich zugegen waren; und für die Knechte und Tagelöhner in der Stadt waren die Anthesterien.

Aber nun fragt sich, wie verhalten sich hiezu die **Kronien**? Sehr richtig bemerkt Spalding (S. 80. ob.), daſs so wie die italischen Völker ihre erste Kultur dem Saturnus, so die Griechen dem Dionysos zuschrieben; beide Nationen weihten also nur, nach ihrer Nationalität, jede einem andern Gott, dasselbe Fest der Freude, das bei beiden in dieselbe Jahreszeit fiel. Was aber die Kronien betrifft, so wagt er die Vermuthung (S. 79. unt.), daſs Kronos, als Gott der Zeit, sein Fest um die Zeit des Jahreswechsels gehabt habe, folglich, wenn es mit der Meinung seine Richtigkeit habe, daſs das griechische Jahr ursprünglich um die Wintersonnenwende begann, anfangs eben in der Zeit jener Lustbarkeit (es lieſse sich wohl annehmen, daſs die Kronien damals ein Tag der alten Dionysien gewesen); späterhin aber, als der Jahreswechsel auf die Sommersonnenwende verlegt war, im Hekatombäon: und bei dieser Veränderung vermuthet er, hätten alsdann die Kro-

*) Ich setze die Stellen, woraus dies hervorgeht, wörtlich hieher, weil dies bei dem Abdruck der Spaldingschen Abhandlung versäumt worden. *Procl. ad Hesiod.* ε, 366. (368.). Καὶ ἐν τοῖς πατρίοις ἐστὶν ἑορτὴ πιθοίγια (ein Tag der Anthesterien), καθ᾽ ἣν οὔτε οἰκέτην οὔτε μισθωτὸν εἴργειν τῆς ἀπολαύσεως τοῦ οἴνου θεμιτὸν ἦν, ἀλλὰ θύσαντας πᾶσι μεταδιδόναι τοῦ δώρου τοῦ Διονύσου. *Hesych.* Θύραζε Κᾶρες, οὐκ ἔτ᾽ Ἀνθεστήρια. παροιμία, ἣν οἱ μὲν διὰ τὸ πλῆθος οἰκετῶν τῶν Καρικῶν εἰρῆσθαί φασιν, ὡς ἐν τοῖς Ἀνθεστηρίοις εὐωχουμένων αὐτῶν καὶ οὐκ ἐργαζομένων.

nien zugleich die heitere Festlichkeit des Wintermonats verloren: denn dem Accius (s. oben) traut er eine kleine Verwirrung zu.

Es ist Schade, dafs Spaldingen hiebei das andre wichtigere Zeugnifs des Philochorus nicht vor Augen war. Mich dünkt indessen, er würde dies sehr gut selbst zur Bestätigung seiner Meinung gebraucht haben. Denn Philochorus sagt ja in dem Latein des Makrobius ganz deutlich, Cekrops habe jene Kronosfeier *et frugibus et fructibus jam coactis* eingeführt. Dies umständliche *et* — *et* — läfst wol nicht zweifeln, dafs im Original ungefähr eben das gestanden. Sobald aber dies ist, so kann dies alte cekropische Kronosfest nicht um die Erntezeit gefeiert worden seyn, sondern es wird hinter die Weinlese geworfen, und kann also sehr füglich in der vollkommenen Winterzeit angenommen werden, wo alle Besorgung, die aus dem Feldbau des ablaufenden Jahres flofs, ein Ende hatte, und wo eben diese Ruhe nun erst recht zum Genufs dessen auffoderte, was im Sommer oder Herbst gewonnen worden war. Virgil (*Georg.* 1, 302.):

> — *Hiems ignava colono.*
> *Frigoribus parto agricolae plerumque fruuntur,*
> *Mutuaque inter se laeti convivia curant.*
> *Invitat genialis hiems curasque resolvit.*

Und wirklich bedient sich Dionysius von Halikarnafs von den tief in den December fallenden römischen Saturnalien desselben Ausdrucks, dessen sich Philochorus von jenen Kronien bedient (*Ant. Rom.* 3. *p.* 173.), *ὅταν ἅπαντας ἐκ γῆς συγκομίσωσι τοὺς καρπούς* *).

Das einzige Bedenken hiebei ist, dafs jener ältere Jahreswechsel der Griechen um die Wintersonnenwende durchaus auf keiner alten Nachricht, sondern nur auf einer Vermuthung Scaligers beruht, deren Begründungen Ideler (Ueber die astronom. Beobacht. der Alten S. 201.) anführt. Wobei ich aber auch bemerken mufs, dafs ich in dem aus der alten Einschaltungs-Zeit, die gerade hinter den Posideon fällt, gezogenen Grund wirklich mehr Bedeutung finde, als dort Ideler. Und so mag dies also dahin gestellt bleiben.

Dafs aber die Kronien, auch wenn es sich mit ihrer Versetzung so verhält, darum alle Spur jener alten wohlthätigen Feier sollten verloren haben, möchte ich nicht gleich mit Spalding annehmen, wenn ich auch eben-

*) Vgl. *Plut. Num. p.* 75. *e.* — *ἐπὶ τὰς τῶν ἐτησίων ἀπολαύσεις καρπῶν τοὺς συνέργους παραλαμβάνοντες* (auch von den Saturnalien).

falls auf des Accius Worte so viel nicht bauen will. Da Philochorus dem alten Kronosfest diesen Gebrauch ausdrücklich zuschreibt, da er ihn sogar auf etwas der Person des Kronos charakteristisches gründet (*delectari enim deum honore servorum*); so bleibt es immer höchst wahrscheinlich, daſs auch in den Kronien, die wir späterhin in der Erntezeit finden, bei dieser so natürlichen Gelegenheit, etwas zu Gunsten der Sklaven geschah, wenn gleich nicht in dem Umfang, wie bei den Winter-Dionysien. Ob wir aber die in der Plutarchischen Stelle erwähnte Ausgelassenheit der Sklaven, ὅταν Κρόνια δειπνῶσιν, als einen ausdrücklichen Beweis noch aus späterer Zeit für diese Uebereinstimmung der griechischen Kronien mit den Saturnalien anführen können, ist eine andre Frage. Denn wir können durchaus nicht wissen, auf welche Art diese späteren Schriftsteller Römisches, das nun eben so überall bekannt war, mit Griechischem zusammen in ihren Schriften aufführen.

So viel bleibt nach allem diesen gewiſs, daſs Spalding mit Recht das den italischen Saturnalien eigentlich entsprechende und im Wesentlichen für einerlei damit zu haltende Fest in den alten griechischen Dionysien erkennet. Und ich will nur noch bei dieser Gelegenheit eine kleine Bedenklichkeit desselben heben. Da soviel ausgemacht ist, daſs der Lenäon des Hesiodus ein vollkommener Wintermonat ist, und er auf keinen Fall in die eigentliche Weinlese gezogen werden kann; so giebt Spalding die gewöhnliche Herleitung des Namens von ληνός, die Kelter, ungern zwar, wie man sieht, mit der ihm natürlichen Geradheit auf, ohne eine andere Ableitung angeben zu können (S. 72.). Allein die Sache muſs, wie mir scheint, so angesehen werden. Der Lenäon hatte unstreitig, wie die Analogie aller ähnlichen Monatnamen lehrt, und auch Spalding, so viel ich ersehe, annimmt, seinen Namen von dem Feste der Lenäen; welches also der alte ursprüngliche Name dieses ländlichen Festes war, wenn er gleich nachher auf die städtischen Anthesterien überging; an welche ihn auch der Name des von Theseus dazu eingerichteten städtischen, aber natürlich von der ländlichen Feier entlehnten, Platzes Λήναιον fesselte. Mag also immerhin keines dieser Feste ein eigentliches Kelterfest gewesen seyn, es hatte seinen Namen von Lenäos, welches einer der Namen oder Beinamen des Gottes war; so wie ja auch andere Feste (z. B. die Maimakterien, die Munychien, die oben erwähnten Gerästien) von ganz eigentlichen Beinamen ihrer Gottheit benannt waren. Der Gott Lenäos aber hatte zuverlässig seinen Namen vom ληνός. Ueberhaupt war doch offenbar das so natürliche Fest des Keltergottes von

der Zeit der Weinlese selbst durch irgend eine Ursach, höchst wahrscheinlich durch die bereits angegebene, tiefer in das späte Jahr gerückt worden: dadurch konnte nicht verhindert werden, daſs es immer noch eben so gut das Fest des Keltergottes oder die Lenäen blieb; und der Monat, worein diese fielen, hieſs also ganz natürlich der Lenäon. Eben so gut kann denn aber auch dieser Monatsname mit den Lenäen, als die Athener und die von ihnen ausgehenden Ionier dieses Fest wieder weiter an den nächsten Frühling rückten, in Asien auch auf einen der folgenden Monate übergegangen seyn; und so ist vielleicht alles das zu lösen, was in diesem Namen noch problematisch seyn mag, mich aber hier in ein ganz andres Feld ziehen würde. S. *Corsini Fast. Att. II. p.* 327. 447.

Ueber
die Sternkunde der Chaldäer.

Von Herrn L. Ideler *).

Der Gegenstand, den ich hier einer neuen Untersuchung unterwerfe, gehört zu denen, über welche sich zur Zeit noch keine feste Meinung unter den Gelehrten gebildet hat. Während Bailly, und mit ihm mehrere Ausländer, die sich durch die geistreichen Ansichten des Geschichtschreibers der Astronomie bestechen lassen, die dürftigen Nachrichten, die sich von der Sternkunde der Chaldäer in den Schriften der Alten zerstreut finden, in ein Ganzes zusammenstellen, zu welchem die Griechen kaum noch etwas hinzuzufügen vermochten, hört man unter den Deutschen nicht selten Urtheile wie folgendes: „vor den geometrischen Sätzen, die erst Griechen entdeckten, sind die angeblichen Beobachtungen der Chaldäer, wo nicht unsicher, doch wenigstens sehr unbestimmt gewesen;" oder wie folgendes: „welches wären wol die Beweise für die frühen astronomischen Kenntnisse der Chaldäer und Aegypter? Sternendienst, Bemerkungen einiger Finsternisse, und ein sich darauf gründender Cyclus vielleicht, oder ungefähre Bestimmungen der Jahreslänge, berechtigen uns noch nicht, bei ihnen eigentliche astronomische Kenntnisse zu suchen. Von Zeitbestimmung, Polhöhe, kurz von alle dem, was man zu den Elementen von Beobachtungen und Berechnungen zählt, ist nirgends die Rede;" oder wie folgendes: „die Chaldäer hatten zwar nach Plinius und Simplicius Beobachtungen, welche bis auf 800 Jahr

*) Vorgelesen den 19. Januar 1815. und wiedergelesen in der öffentlichen Sitzung am 24. Januar 1815.

vor unserer Zeitrechnung hinaufreichten; es waren aber bloſse Mond- und Sonnenfinsternisse, welche die Priester aus übertriebenem Hange zum Aberglauben in ihren Tempeln sorgfältiger aufschrieben, als andere Völker, und durch deren Vergleichung sie früher auf Mondperioden geleitet wurden. Hierzu brauchten sie aber keine eigentlichen Astronomen zu seyn, noch weniger die Lehrer anderer Nationen."

Mit dergleichen Aeuſserungen soll, wie man sieht, die bei den Alten fast allgemein herrschende Meinung bestritten werden, daſs die Babylonier die Urheber der Astronomie, und als solche die ersten Lehrer der Griechen gewesen sind: eine Meinung, die ein jeder, der über die Nothwendigkeit von Erscheinungen nachzudenken gewohnt ist, für eben so wohl begründet halten wird, als die gleichfalls im Alterthum sehr verbreitete, daſs die Geometrie unter den Aegyptern und die Arithmetik unter den Phöniziern ihre erste Entwickelung erhalten hat *). In der That, ein ursprünglich nomadisches Volk, das die weit ausgedehnten Ebenen Mesopotamiens und der vereinten Ströme des Euphrat und Tigris bewohnte, das den Himmel fast nie von Wolken getrübt sah, und durch sein Klima genöthigt wurde, während der Nacht zu reisen und seine Heerden zu weiden, muſste frühzeitig auf die Beobachtung des gestirnten Himmels geleitet werden: eine Bemerkung, die schon Cicero macht, wenn er sagt **): *principio Assyrii* ***) *propter planitiem magnitudinemque regionum, quas incolebant,*

*) S. Strabo *l. XVII. p.* 787. *ed. Cas.* Wie wäre es möglich, daſs ein Volk, welches so bewundernswürdige Werke der Baukunst errichtet, so viele Kanäle gegraben und so viele andere geodätische Operationen seit den ältesten Zeiten vollführt hat, wie die Aegypter, nicht im Besitz einer bereits sehr entwickelten Geometrie gewesen seyn sollte? Die Nachrichten von den geometrischen Entdeckungen des Thales und Pythagoras, denen bekanntlich die allerersten Sätze beigelegt werden, finden sich meistens bei sehr späten Schriftstellern, z. B. bei dem unkritischen Proclus. Pythagoras mag immerhin den nach ihm benannten Satz zuerst aus richtigen Principien abgeleitet haben; daſs er aber eine so einfache Eigenschaft des rechtwinkligen Dreiecks zuerst wahrgenommen haben sollte, glaube ich eben so wenig, als daſs er den Göttern aus Freude darüber eine Hekatombe geopfert hat, er, dem alles Blutvergieſsen ein Gräuel war.

**) De Divin. I, 1.

***) Es werden die Babylonier gemeint. Assur oder Assyrien begriff bei den Orientalern nicht bloſs die Provinzen des alten assyrischen Reichs am Tigris, sondern alle die Länder Vorderasiens, mit Ausnahme Arabiens, wo die semitische Sprache in ihren verschiedenen Mundarten gesprochen wurde. Die Griechen kürzten diesen Namen

bant, cum coelum ex omni parte patens atque apertum intuerentur, traiectiones motusque stellarum observaverunt. — Qua in natione Chaldaei, non ex artis, sed ex gentis vocabulo nominati, diuturna observatione siderum scientiam putantur effecisse, ut praedici possit, quid cuique eventurum etc.

Bei einer solchen Verschiedenheit der Ansichten ist es wol der Mühe werth, die Nachrichten, die sich von der Sternkunde der Chaldäer zu uns fortgepflanzt haben, kritisch zu prüfen, um auszumitteln, ob sie wirklich auf die Ehre Anspruch machen dürfen, zur Astronomie den ersten Grund gelegt zu haben, und welche Art von Verdienst sie sich um einen so edeln Zweig unsers Wissens erworben haben mögen.

Diese Untersuchung glaube ich nicht zweckmäſsiger einleiten zu können, als mit der Erwägung einer Reihe von den Chaldäern beobachteter Mondfinsternisse, mit deren Umständen uns Ptolemäus in seinem astronomischen Lehrgebäude, dem Almagest, bekannt macht. Sie werden zu verschiedenen Schlüssen Anlaſs geben, die, auf andere Prämissen gegründet, minder bündig ausfallen würden. Meine Vorgänger haben sie, was nicht zu entschuldigen ist, wenig beachtet.

Der griechische Astronom macht im Anfange seines vierten Buchs die Bemerkung, daſs man nur mit Hülfe der Mondfinsternisse die aus dem Mittelpunkt der Erde gesehenen Oerter des Mondes mit Sicherheit abnehmen könne, da Sternbedeckungen, gemessene Abstände von Fixsternen und Sonnenfinsternisse wegen der sich dabei einmischenden Parallaxe schwierig, ja miſslich in Rechnung zu ziehn seien. Er gründet daher seine Mondtheorie fast bloſs auf Mondfinsternisse, die theils von den Chaldäern, theils von den Griechen, namentlich von Hipparch und ihm, beobachtet worden sind.

So gebraucht er, um die erste Ungleichheit des Mondes zu erforschen, drei der ältesten Beobachtungen dieser Art, von denen sich die Kunde erhalten hatte, und vergleicht sie mit drei von ihm selbst gemachten *).

ab, und sagten dafür Syrien. Herod. VII, 63. So der Verfasser der Epinomis, wenn er die hier sehr passende Bemerkung macht: „ein altes Land war es, wo man zuerst die Gestirne beobachtete, bei der Schönheit des sommerlichen Himmels, dessen sich Aegypten und Syrien erfreuen.“ *Opp. Plat. p. 703. ed. Lugd. 1590, fol.* In spätern Zeiten wurde das Wort Syrien bloſs auf das Land zwischen dem mittelländischen Meer und dem Euphrat, oder auch wohl dem Tigris, beschränkt.

*) Almagest IV, 5, S. 95 der alten und S. 244 ff. der neuen Ausgabe.

Von jenen ist die erste im 27sten Jahre der Aere Nabonassars am 29sten des ägyptischen Monats Thoth, d. i. im Jahr 721 vor Chr. Geb. am 19. März, von den Chaldäern zu Babylon angestellt worden. Die Finsternifs fing eine Stunde nach Aufgang des Mondes an und war total. Aus diesen Angaben folgert er, dafs sich ihr Anfang um halb 8 Uhr Abends, nach unserer Art die Stunden zu zählen, und ihr Mittel um halb 10 Uhr ereignet habe. Die zweite Finsternifs trat im folgenden Jahr der nabonassarischen Aere in der Nacht vom 18ten zum 19ten Thoth, oder im Jahr 720 vor unserer Zeitrechnung in der Nacht vom 8ten zum 9ten März ein. Der Mond wurde gerade um Mitternacht um 3 Zoll *) am südlichen Rande verfinstert. Die dritte erfolgte in demselben Jahr am 15. Phamenoth oder 1. September. Ihr Anfang ereignete sich um 7 Uhr Abends, und ihr Mittel, wo sich an der Nordseite über die Hälfte des Durchmessers verfinstert zeigte, um halb 9 Uhr.

Aufser diesen drei von den Chaldäern beobachteten Finsternissen führt er noch sieben an, von denen ich die drei letzten **) nicht in Betracht ziehn will, weil sie sich erst in den Jahren 383 und 382 vor Christi Geburt ereignet haben, wo die Griechen in diesem Fache wissenschaftlicher Thätigkeit bereits mit den Orientalern zu wetteifern begonnen hatten. Von den vier frühern gebe ich hier die Zeiten kurz an. Die erste, in der ganzen Reihe die vierte ***), erfolgte im fünften Jahr des Nabopolassar oder im 127sten der nabonassarischen Aere am 28. Athyr, d. i. 621 vor Chr. Geb.

*) Aus Almagest IV, 8. erhellet deutlich, dafs bei den Griechen, wie bei uns, 12 Zoll — δάκτυλοι — auf den Durchmesser des Mondes gerechnet wurden. Es heifst nämlich von zwei mit einander verglichenen Finsternissen, dafs bei der einen zwei δάκτυλοι verfinstert wurden, und bei der andern ὁμοίως ἐξέλιπεν ἡ σελήνη τὸ ἕκτον μέρος τῆς διαμέτρου. Der δάκτυλος ist der vier und zwanzigste Theil des πῆχυς, cubitus, der alten Völker. Da nun der Durchmesser der Sonnen- und Mondscheibe etwa einen halben Grad beträgt, so scheinen die Chaldäer, die sich zuerst dieser Eintheilung bedient haben mögen, den Grad mit einem πῆχυς verglichen, ihn also in 24 Theile oder δάκτυλοι getheilt zu haben. Bei zwei von ihnen angestellten Vergleichungen des Merkur mit Fixsternen (Almag. IX. S. 232.) wird der Abstand zu einem halben πῆχυς, und bei einer Vergleichung des Saturn (XI. S. 269.) zu zwei δάκτυλοι angegeben, d. h. im ersten Fall zu 30′, im zweiten zu 5′. Dies setzt voraus, dafs sie auf ihren Winkelmessern noch 24stel von Graden unterscheiden konnten, dafs diese mithin von nicht unbedeutenden Halbmessern seyn mufsten.

**) Almagest IV, 10, S. 105. ff. und S. 275. ff. d. n. A.

***) V, 14, S. 125. d. a. und S. 340. d. n. A., wo auch von der fünften Finsternifs die Rede ist.

am 22. April. Der Anfang trat um 4 Uhr 52 Minuten, und das Mittel, wo 3 Zoll am südlichen Rande verfinstert waren, um 5 Uhr 50 Minuten Morgens ein. Die fünfte ereignete sich im siebenten Jahr des Cambyses am 17. Phamenoth, oder im Jahr 523 vor unserer Zeitrechnung am 16. Julius. Der Mond wurde im Mittel um 11 Uhr Abends zur Hälfte am nördlichen Rande verfinstert. Die sechste *) erfolgte im 20sten Jahr des Darius Hystaspis in der Nacht vom 28sten zum 29sten Epiphi, oder 502 vor Christi Geburt in der Nacht vom 19ten zum 20sten November. Das Mittel ergab sich 24 Minuten vor Mitternacht, wo 3 Zoll am südlichen Rande verfinstert waren. Die siebente endlich trat im 31sten Jahr desselben Königs in der Nacht vom 3ten zum 4ten Tybi, d. i. im Jahr 491 vor unserer Zeitrechnung in der Nacht vom 25sten zum 26sten April ein, wo sich eine halbe Stunde vor Mitternacht 2 Zoll am südlichen Rande verfinstert zeigten.

Diese sieben Finsternisse nun habe ich einer sorgfältigen Berechnung unterworfen, bei der ich die Sonnentafeln des Hrn. v. Zach, und die Mayerschen von Mason verbesserten Mondtafeln gebraucht, und den Zeitunterschied zwischen Paris und Babylon, den zuverlässigsten Bestimmungen zufolge, auf 2 Stunden 47 Minuten gesetzt habe **). Die Ergebnisse liefere ich in einer Beilage zu dieser Abhandlung. Hier bemerke ich davon nur Folgendes: die Rechnung giebt den Anfang der ersten Finsterniſs um eine Minute später, und das Mittel um 6 Minuten früher; das Mittel der zweiten um 48 Minuten früher; den Anfang der dritten um 30 und das Mittel um 12 Minuten später; den Anfang der vierten um 49 und das Mittel um 64 Minuten früher; das Mittel der fünften um 15 Minuten später; das Mittel der sechsten um 12 Minuten später; und das Mittel der siebenten um 35 Minuten früher, als nach der Beobachtung der Chaldäer. Die Gröſse findet sich bei einigen Finsternissen um einen Zoll geringer, vielleicht eine Folge des Halbschattens, der die Finsternisse etwas stärker erscheinen läſst, als sie wirklich sind.

Die Unterschiede der Zeiten, die theils positiv, theils negativ ausfallen, sind im Ganzen genommen klein genug, um uns mit Achtung sowohl für unsere astronomischen Tafeln, die auf zwei bis dritthalb tausend Jahre

*) IV, 8, S. 102. d. a. und S. 269. d. n. A., wo auch die siebente Finsterniſs erwähnt ist.

**) S. die Gründe davon S. 280. meiner historischen Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten.

rückwärts so gut mit dem Himmel übereinstimmen, als auch für die von den beobachtenden Chaldäern bewiesene Genauigkeit zu erfüllen, und letzteres um so mehr, wenn wir erwägen, welche Mittel ihnen in Ermangelung unserer Uhren zu Gebot standen, die Zeit, besonders bei Nacht, zu finden. Doch ehe ich zu diesen und ähnlichen Betrachtungen, zu denen die Beobachtungen Anlaſs geben, fortgehe, werde ich Einiges von den Beobachtern selbst und ihrer Sternwarte sagen müssen.

Die Griechen stellen uns durchgängig die Chaldäer, nicht als ein besonderes Volk, sondern als die Priester des babylonischen Nationalgottes Belus und als den gelehrten Stand in Babylon dar. So Herodot, der sie ἱρέες Διὸς Βήλȣ nennt *); so Strabo, bei dem sie die Landesphilosophen — ἐπιχώριοι φιλόσοφοι — Babylons heiſsen **); so Diodor, der sich über sie folgendermaſsen äuſsert ***): „die Chaldäer, die zu den ältesten Babyloniern gehören, bilden im Staat einen Körper von ähnlicher Beschaffenheit, wie die Priester bei den Aegyptern. Zum Dienst der Götter bestellt, verwenden sie ihr ganzes Leben auf Philosophie und Astronomie, in der sie sich einen groſsen Namen machen. Auch legen sie sich eifrig auf die Wahrsagerei. — Dies alles erlernen und treiben sie nicht so wie die Griechen, die sich ähnlichen Beschäftigungen widmen; denn bei ihnen pflanzt sich die Philosophie in der Familie fort; der Sohn empfängt sie von seinem Vater und ist dabei von allen übrigen Staatsdiensten frei.“ Man erkennt hier die Kastenverfassung dieses Priestervereins. Bekanntlich gehörten von jeher in den meisten morgenländischen Reichen gewisse Staatsdienste, Studien und mechanische Arbeiten besondern Volksklassen an. In Babylon war, wie man sieht, die Sternkunde ein Erbtheil der Priesterkaste, wie sie es noch jetzt unter den Hindus ist.

Die Astronomie artete unter den Chaldäern bald in Astrologie aus, oder vielmehr die letztere war die Mutter und Pflegerinn der ersten; denn die Astronomie verdankt ohne Zweifel ihre früheste Entwickelung groſsentheils dem Bestreben der Menschen, die Zukunft aus dem Stande der Gestirne zu errathen. Ohne diese trügerische Kunst, der alle Völker des Alterthums, selbst ihre gröſsten Sternkundigen, gehuldigt haben, würde ihr

*) I, 181.

**) XVI, S. 739.

***) II, 29, S. 142. ed. Wessel.

schwerlich ein nun fast dreitausendjähriges ununterbrochenes Studium gewidmet worden seyn.

Strabo spricht *) von verschiedenen Sekten der Chaldäer, unter denen sich einige von der Sterndeuterei rein gehalten haben sollen. Dem sei wie ihm wolle, gewiſs ist es, daſs dieselbe zuerst bei den Babyloniern in ein System gebracht worden ist. Dies lehrt schon der Name Chaldaei, welchen die Griechen und Römer der ganzen Zunft der Astrologen beigelegt haben.

Nachdem Cyrus das babylonische Reich zerstört hatte, verlor die Kaste der Chaldäer, zugleich mit der Hauptstadt, allmählig ihren Glanz und ihre politische Wichtigkeit. Um diese Zeit scheint der Occident zuerst mit der Astrologie des Orients bekannt geworden zu seyn. Aus Cicero **) ersehn wir, daſs sie schon zu Eudoxus Zeiten (gegen 400 Jahr vor Chr. Geb.) bei den Griechen in Ansehn stand.

Nach Alexander, der Babylon wieder auf kurze Zeit zum Hauptsitz eines groſsen Reichs machte, gerieth diese Stadt gänzlich in Verfall, besonders seitdem Seleucia am Tigris in ihrer Nähe erbaut und zum Mittelpunkt der syrisch-macedonischen Monarchie erhoben worden war. Die Priesterkaste scheint sich nun gänzlich aufgelöst zu haben. Die letzten astronomischen Beobachtungen, die Ptolemäus als in Babylon angestellt erwähnt, zwei Vergleichungen des Merkur und eine des Saturn mit Fixsternen ***), gehören in die Jahre 245, 237 und 229 vor Chr. Geburt. Um diese Zeit hatte bereits eine gegenseitige Mittheilung und Mischung der chaldäischen und griechischen Gelehrsamkeit begonnen, zu der der Babylonier Berosus durch ein griechisch geschriebenes Werk über die Alterthümer und die Sternkunde seines Volks die erste Anregung gegeben.

Die Chaldäer müssen ihre Beobachtungen collegialisch angestellt haben; denn Ptolemäus, der doch sonst die Beobachter sorgfältig zu nennen pflegt, gebraucht immer den Gesammtnamen Χαλδαῖοι. Ueberhaupt erwähnt die Geschichte keinen Chaldäer, der den Namen eines Astronomen verdiente. Der Osthanes, der nach Plinius †) den Xerxes nach Grie-

*) l. c.

**) *De divin.* II, 42.

***) Die Stellen sind schon oben S. 202. in der ersten Anmerkung angeführt worden.

†) H. N. XXX, 1.



chenland begleitet und die Liebe zur Sterndeuterei daselbst zuerst geweckt haben soll, ist durch keine astronomische Beobachtung oder Lehre bekannt geworden. Von dem eben gedachten Berosus führen die Alten verschiedene Meinungen an, die seinen astronomischen Einsichten zu keiner sonderlichen Ehre gereichen. Bailly und andere sind dadurch veranlaſst worden, zwei Chaldäer dieses Namens, einen Geschichtschreiber und einen Astronomen, zu unterscheiden, und den letztern in die Kindheit der chaldäischen Sternkunde zurückzusetzen, aber ohne überwiegende Gründe *).

Die öftern aufgeworfene Frage, ob die Aegypter oder die Chaldäer die ersten Astronomen gewesen sind, hängt mit der Untersuchung über die Abstammung der letztern zusammen. Nach der Versicherung der Aegypter beim Diodor **) waren die Chaldäer eine Kolonie ihrer Priester, die Belus an den Euphrat verpflanzt und nach dem Vorbilde der Mutterkaste organisirt hatte, wo sie fortfuhr, die aus der Heimath mitgebrachte Sternkunde zu treiben. Es ist hier nicht der Ort, die Richtigkeit dieser Sage zu prüfen; ich bemerke bloſs, daſs sie mir durch das, was wir von der Sprache und der Schrift der Aegypter und Babylonier wissen, wenig gerechtfertigt zu werden scheint. Auch war sie im Alterthum keinesweges die allgemein gültige; denn nach Josephus ***) und andern hatte die Astronomie ihren Weg von Babylon aus über Aegypten genommen. Es versteht sich, daſs hier nur von einer schon einigermaſsen entwickelten Sternkunde die Rede seyn könne; denn ein roher Anfang derselben ist fast in jedem Lande einheimisch, da sie zu den ersten Wissenschaften der Völker gehört. Diese entwickelte Sternkunde ist aber offenbar früher bei den Chaldäern als bei den Aegyptern zu suchen; denn Ptolemäus, der doch unter den letztern lebte, gedenkt ihrer als Astronomen nirgends. Beobachtungen, Perioden, Elemente, kurz alles, was er nicht in Griechenland fand, entlehnt er aus Babylon.

Ganz abweichend von der Idee, die wir uns nach den Alten von den Chaldäern zu machen haben, sind die Ansichten der neuern Forscher, eines Michaelis, Schlözer, Forster, Adelung und anderer. In den hebräischen Urkunden wird häufig ein raubsüchtiges und kriegerisches, vom Nor-

*) S. meine historischen Untersuchungen S. 319. ff.

**) I, 28, S. 32. und I, 81, S. 92.

***) *Antiq. Ind.* I, 8, S. 30. ed. Haverc.

den erobernd nach Babylon gekommenes Volk unter dem Namen כשׂדים Chasdim erwähnt. Diese Chasdim hält man für völlig identisch mit den Chaldäern der Profanscribenten, und fragt nun, welches vor ihrem Zuge gegen Süden, den man ins siebente Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung setzt, ihre Sitze gewesen sind? Einige lassen sie im nördlichen Mesopotamien an den Gränzen Armeniens, andere in Kurdistan, noch andere am kaspischen Meer wohnen; ja einige leiten sie von den Chalybern, Scythen oder gar den Slaven ab, wegen der geglaubten barbarischen Beschaffenheit einiger babylonischen Regentennamen, die sich nicht bequem aus dem Hebräischen erklären lassen wollten *). Ist es denn aber so ganz entschieden, dafs die Chasdim der Hebräer die Chaldäer der Griechen und Römer sind? Ist es Beweises genug, dafs im Propheten Daniel die Weisen Babylons, die dem Nebucadnezar seinen Traum auslegen sollen, und die freilich den Chaldäern sehr ähnlich sehn, Chasdim genannt werden? Ich enthalte mich aller weitern Bemerkungen über diesen Gegenstand, und erinnere nur, was jenen Forschern entgangen ist, dafs uns Ptolemäus schon aus dem achten Jahrhundert vor Christus drei Beobachtungen von den Chaldäern anführt, die unmöglich die ersten von ihnen angestellten seyn können.

Der Nationalgott der Babylonier hatte an der Ostseite des mitten durch die Stadt fliefsenden Euphrat einen Tempel aus Backsteinen, von welchem die Alten mit Bewunderung reden. Nach Herodot **), der ihn als Augenzeuge beschreibt, bildete er ein Quadrat, dessen Seite zwei Stadien hielt. In der Mitte dieses heiligen Bezirks stand ein Thurm von acht Absätzen oder einzelnen Thürmen, der nach Herodot und Strabo ***) unten ein Stadium lang und breit, und nach letzterem zugleich ein Stadium hoch war, und an dessen Aufsenseite eine Treppe rings um das Gebäude bis zum Gipfel lief. In dem obersten Stockwerk befand sich noch ein besonderer Tempel des Gottes mit einer goldenen Bildsäule geziert, die Xerxes hatte wegnehmen lassen. Sonst scheint Herodot alles unversehrt gefunden zu haben. Zu Alexanders Zeiten, etwas über hundert Jahr später,

*) Sämmtliche Meinungen findet man kurz zusammengestellt in Adelungs Mithridates Th. I. S. 314. ff.

**) l. c.

***) XVI. S. 738.

lag aber der Thurm, nach Strabo's Versicherung, bereits in Ruinen. Der König wollte ihn wiederherstellen lassen, kam aber nicht damit zu Stande; bloſs die Wegräumung des Schutts beschäftigte zehntausend Menschen zwei Monate. Diodor *) gedenkt seiner mit folgenden Worten: „die Schriftsteller weichen in ihren Berichten über dieses Gebäude von einander ab, und da es schon verfallen ist, so läſst sich nichts Zuverlässiges darüber sagen. Darin stimmen aber alle überein, daſs es von ungeheurer Höhe war, und daſs die Chaldäer auf demselben ihre Beobachtungen, besonders über die Auf- und Untergänge der Gestirne, die sie von oben genau wahrnehmen konnten, angestellt haben." Diese Nachricht hat viel Wahrscheinliches; denn da die Chaldäer aus astrologischen Gründen ihre Aufmerksamkeit vornehmlich auf die Auf- und Untergänge der Sterne richteten, so bedurften sie eines sehr hohen Gebäudes, um aus der Mitte der Stadt den Horizont frei übersehn zu können. Merkwürdig ist es, daſs die Ruine Mukelibe, die Pietro della Valle beschrieben hat, und d'Anville und Rennell mit ihm für ein Ueberbleibsel dieses alten Tempels und Observatoriums halten, gleich unsern Sternwarten nach den vier Weltgegenden orientirt ist, was Hr. Rich **), der unlängst die Trümmer Babylons untersucht hat, bestätigt. Eben dies gilt nach Hrn. Grobert ***) von sämmtlichen ägyptischen Pyramiden.

Nach dieser Abschweifung, die mir, selbst zum bessern Verständniſs des Folgenden, nicht ganz unwichtig schien, kehre ich nun zu den Beobachtungen beim Ptolemäus zurück, um zu sehn, welche Schlüsse sich daraus auf die Sternkunde der Chaldäer machen lassen werden.

Zuerst ist klar, daſs sie eine feste Zeitrechnung haben muſsten. Sämmtliche astronomische Beobachtungen der Alten sind an die nabonassarische Aere und die ägyptischen Monate geknüpft. Jene hat ihren Namen von einem babylonischen Könige, mit dessen Regierungsantritt sie ihren Anfang nimmt. Da die Form der Jahre, nach welchen sie zählt, sehr einfach ist (es sind nämlich die ägyptischen von durchgehends 365 Tagen), so lehrt ein leichtes Zurückrechnen von dem Datum irgend einer alten

*) II, 9, S. 123.

**) *Memoir on the Ruins of Babylon*, Fundgruben des Orients Th. III. S. 145.

***) *Description des Pyramides* S. 7. und 116.

ten Beobachtung, dafs ihre Epoche auf den 26 Februar des Jahrs 747 vor unserer Zeitrechnung trifft. Beim Syncellus, einem Byzantiner, der uns viele Fragmente aus verloren gegangenen Schriftstellern aufbewahrt hat, heifst es, dafs die Chaldäer erst seit Nabonassar angefangen haben, die Zeiten der Bewegung der Gestirne genau anzugeben *). Sie scheinen also unter diesem Könige, der sich vielleicht ein ähnliches Verdienst um sie erwarb, wie Julius Cäsar um die Römer, einen geordneten Kalender und eine feste Jahrrechnung erhalten zu haben, wodurch ihre Beobachtungen erst brauchbar wurden, da es ihnen früherhin an Zusammenhang und Bestimmtheit fehlen mochte.

Was die Form ihrer Monate und Jahre betrifft, so findet sich darüber nirgends eine sichere Kunde. Ich habe aber an einem andern Ort **) wahrscheinlich zu machen gesucht, dafs sie die ersten nach dem Monde und die letztern nach der Sonne abgemessen, mit andern Worten, ein gebundenes Mondjahr gehabt haben. War dies wirklich der Fall, so sind die ägyptischen Data ihrer Beobachtungen das Resultat einer von Ptolemäus oder irgend einem seiner Vorgänger angestellten Reduction; und wenn eine solche nicht mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft seyn sollte, so mufste ihre Zeitrechnung nach richtigen und zugleich einfachen Principien geordnet seyn. Dies setzt aber vieljährige und mit Sorgfalt angestellte Beobachtungen des Mond- und Sonnenlaufs voraus, die wir ihnen also beizulegen genöthigt sind.

Zweitens ist es einleuchtend, dafs ihnen Mittel zu Gebot stehn mufsten, die Zeiten der beobachteten Himmelserscheinungen bis auf geringe Unterschiede zu bestimmen. Bevor untersucht werden kann, worin dieselben bestanden haben mögen, wird es nöthig seyn, von der bei den alten Völkern gebräuchlichen Eintheilung des Tages und von ihren Zeitmessern Einiges voranzuschicken.

Sämmtliche Völker des Alterthums theilten den natürlichen Tag oder die Zeit vom Aufgange der Sonne bis zu ihrem Untergange, so wie die Nacht, ohne Rücksicht auf die Dauer beider, in zwölf gleiche Theile oder Stunden, so dafs ihre erste Tages- und erste Nachtstunde mit dem Auf- und Untergange der Sonne begann, und der Mittag, so wie die Mitternacht,

*) *Chronographia* S. 207. ed. Goar.

**) Historische Untersuchungen S. 151. ff.

auf den Anfang der siebenten Stunde traf. Ihre Stunden waren also von einer sehr veränderlichen Dauer, mit der ihre eigenthümlich eingerichteten Sonnenuhren gleichen Schritt hielten *). Nur in Einem Punkt wichen die einzelnen Völker von einander ab, in der Bestimmung der Epoche des bürgerlichen Tages, von der sie datirten. Die Babylonier wählten dazu den Aufgang der Sonne, die Griechen den Untergang, die Römer, so wie wir, die Mitternacht **).

Unsere Stunden, zu $\frac{1}{24}$ des bürgerlichen Tages, verdanken ihre Entstehung der beobachtenden und rechnenden Astronomie, die der gleichförmigen Zeiteintheilung nicht entbehren kann. Sie werden vom Ptolemäus und seinem Ausleger Theon häufig erwähnt, unter dem Namen Aequinoctialstunden — ὧραι ἰσημεριναὶ —, weil sie um die Zeit der Nachtgleichen mit den bürgerlichen Stunden, die im Gegensatz Zeitstunden — ὧραι καιρικαὶ — ***), genannt wurden, von gleichem Gehalt waren. Außer den Schriften der Astronomen scheinen sie im Alterthum wenig vorgekommen zu seyn †). Erst spät, mit Einführung der Räderuhren, sind sie ins bürgerliche Leben übergegangen.

Daſs die Chaldäer bereits die Stundeneintheilung des Tages gekannt und gebraucht haben, lehren die von ihnen gemachten Beobachtungen. Auch sagt uns Herodot ausdrücklich, daſs die zwölf Theile des Tages ††) mit dem πόλος und γνώμων von den Babyloniern zu den Griechen gekommen sind.

*) Vitruv sagt, von der Zeichnung der Sonnenuhren handelnd: *omnium figurarum descriptionumque earum effectus unus, uti dies aequinoctialis, brumalisque, item solstitialis in duodecim partes aequabiliter sit divisus. De Archit.* IX, 8.

**) S. Censorinus *de die nat.* c. 22. und daselbst Lindenbrog's Noten.

***) Theon unterscheidet (Kom. zum Almag. II. S. 86.) auch ἡμέρας καιρικὰς und ἰσημερινάς. Jene sind die natürlichen, die uns die Sonne durch ihr Verweilen über dem Horizont zumiſst, diese die Aequinoctialtage. Die ὥρα καιρικὴ ist $\frac{1}{12}$ von jenen, die ἰσημερινὴ $\frac{1}{24}$ von diesen.

†) Nur beim Plinius finde ich ihrer einmal bei Gelegenheit der Ebbe und Fluth gedacht. H. N. II, 97.

††) Δυώδεκα μέρεα τῆς ἡμέρης. II. 109. Das Wort ὥρα muſste zur Zeit dieses Geschichtschreibers noch nicht in seiner spätern Bedeutung gebräuchlich seyn. Wie früh es für Stunde gestempelt sei, untersucht Hindenburg in seinen Anmerkungen zu Xenophon's *Mem. Socratis* S. 170. ff. Es scheint nicht vor Errichtung des alexandrinischen Museums, von der die beobachtende Astronomie unter den Griechen ausgegangen ist, ge-

Ob sie auch schon unter Aequinoctial- und Zeitstunden unterschieden haben mögen? Ich zweifle nicht daran. Beide Arten von Stunden kommen bei ihren Beobachtungen vor, die ersten bei allen, die letztern nur bei einigen, z. B. bei der vierten, wo vom Ende der eilften Nachtstunde die Rede ist. Man könnte glauben, dafs die Aequinoctialstunden erst durch spätere Reduction entstanden sind. Allein wie die Chaldäer auch bei der Bestimmung der Zeiten nächtlicher Beobachtungen verfahren seyn mögen; immer müssen sie dabei von einer gleichförmigen Zeiteintheilung ausgegangen seyn.

Kannten sie aber schon die Aequinoctialstunden, warum vermieden sie den Gebrauch der Zeitstunden nicht ganz, da diese bei Berechnung der Beobachtungen doch allemal erst in jene verwandelt werden mufsten? Ich weifs mir diese Frage nicht anders zu lösen, als durch die Voraussetzung, dafs es ihnen darauf ankam, ihre Beobachtungen in einer auch den Uneingeweihten verständlichen Sprache einzukleiden; denn im bürgerlichen Verkehr war bei ihnen, wie bei den Griechen und Römern, gewifs von keinen andern als den Zeitstunden die Rede.

Dafs sie die Zeit des Eintritts einer Sonnenfinsternifs, wenn sie dergleichen Erscheinungen anders beobachtet haben, worüber die Geschichte schweigt, mit Hülfe von Sonnenuhren bestimmten, wird man leicht erachten. Bekannt waren ihnen diese Zeitmesser ohne Zweifel. Des Sonnenzeigers des Achas aus der Geschichte des jüdischen Königs Hiskias nicht zu gedenken, worin einige Ausleger eine aus Babylon gekommene Sonnenuhr, andere aber, und vermuthlich mit Recht, keine künstliche Vorrichtung der Art sehen wollen *), erinnere ich nur an den Polos und Gnomon, welche die Griechen nach Herodot von den Babyloniern entlehnt haben. Ich bin nämlich mit Scaliger **) der Meinung, dafs πόλος die frühere Benennung für ὡρολόγιον, Sonnenuhr, bei den Griechen gewesen ist,

schehn zu seyn. Das Bedürfnifs eines eigenen Worts für Stunde mufste jetzt lebhaft gefühlt werden. Man wählte dazu das in einer allgemeinern Bedeutung längst vorhandene ὥρα, so wie man χρόνοι für Grade des Aequators nahm, in welchem Sinne dieses Wort häufig beim Ptolemäus vorkommt. Cf. Theon l. c. I. p. 74. P. 83 heifst es: ἡ ἰσημερινὴ ὥρα χρόνων ἐστὶ ιε. Was ὥρα zu Xenophons Zeiten noch hiefs, sieht man besonders deutlich aus *Mem.* IV, 7, wo von der ὥρα νυκτὸς, μηνὸς und ἐνιαυτοῦ die Rede ist.

*) S. Martini Abhandlung von den Sonnenuhren der Alten S. 35 ff.

**) *Ad Manil.* l. III. p. 254. ed. 1599. 4.

was auch Salmasius *) mit einem großen Aufwande von Gelehrsamkeit dagegen einwenden mag. Zu dem von Scaliger angeführten Fragment des Aristophanes, welches sehr verdorben ist, füge ich eine Stelle aus dem Lexiphanes des Lucian, einem Gespräch, worin diejenigen verspottet werden, die veraltete Ausdrücke in ihre Rede mischen. Es heißt daselbst **): „wir wollen bald nachfolgen; denn schon beschattet der Sonnenzeiger die Mitte des Polos." Selbst in spätern Zeiten noch, wo Horologion längst im Gebrauch war, scheint eine der vielen Arten von Sonnenuhren, die die Alten hatten, Polos geheißen zu haben; denn beim Pollux ***) ist von einem tiefen und runden Napf die Rede, mit dem Zusatz: er glich dem Polos, der die Stunden zeigt †).

Wenn nun aber πόλος beim Herodot die Sonnenuhr heißt, wozu fügt er noch γνώμων hinzu, da dies ein Theil einer jeden Sonnenuhr, nämlich der Schattenstift, ist? So fragt Larcher. Ihm scheint es natürlich, daß Herodot bei Gelegenheit der Sonnenuhr (diese ist seiner Meinung nach durch γνώμων angedeutet) des Weltpols gedenke, weil derjenige, der eine Sonnenuhr construiren wolle, die Polhöhe kennen müsse, um den Gnomon mit der Weltaxe parallel zu stellen. Man sieht, er hatte keine Idee von der Einrichtung der Sonnenuhren der Alten. Herodot konnte eben so gut Polos und Gnomon zusammenstellen, wie Suidas ὡρολόγιον mit γνώμων verbindet, wenn er die Einführung beider dem Anaximander zuschreibt ††). Γνώμων hieß nämlich bei den Griechen, auch ohne Verbindung mit Stundenlinien, jeder auf einer horizontalen Ebene senkrecht errichteter Stift, Stab, Obelisk oder anderweitiger Gegenstand, der durch seinen Schatten die Mittagstunde genau und die übrigen Tagszeiten beiläufig anzeigte, auch durch die Länge des Mittagsschattens die Jahrszeiten, besonders die Nachtgleichen und Sonnenwenden, die man frühzeitig damit beobachtete, zu erkennen gab. Es ist in der That sehr wahrscheinlich, daß es

*) *Ad Solin.* p. 447. ff. ed. 1689.

**) Opp. Tom. II. p. 326. ed. Reitzii.

***) *Onom.* l. VI. segm. 110.

†) Es war auch sehr passend, die Sonnenuhr πόλος zu nennen; denn dies Wort hängt mit πέλω — πολέω — πολεύω, drehen, wenden, zusammen, kann also eben so gut von einem Instrument gebraucht werden, welches durch den sich drehenden Schatten eines vertikalen Stifts die Stunden angiebt, als von den Wendepunkten der Himmels- und Erdkugel.

††) v. Ἀναξίμανδρος. Cf. Euseb. *Praep. Ev.* X, 14.

der etwa hundert Jahr vor Herodot lebende Anaximander war, der seine Landsleute zuerst mit dieser chaldäischen Erfindung bekannt machte; denn nach Plinius *) war er der erste Grieche, der die Schiefe der Ekliptik erkannte, auf die ihn die Beobachtung des Mittagsschattens am Gnomon ganz natürlich leitete. Suidas schreibt ihm, wie bemerkt worden, zugleich die Einführung der Sonnenuhren zu, woraus Diogenes von Laërte die Erfindung derselben macht **). Plinius versichert dagegen ***), daſs Anaximanders Schüler, Anaximenes, das erste *horologium sciothericon* errichtet habe. Dem sei wie ihm wolle; die Gnomonik blieb lange in einem rohen Zustande, und gelangte erst durch die Bemühung der alexandrinischen Astronomen zu der Vollkommenheit, die sie bei den Griechen erreichte. Noch zu den Zeiten des Aristophanes scheint man sich in Athen mit einem bloſsen Gnomon ohne Stundenabtheilung beholfen zu haben. Denn er spricht einmal von einer zehnfüſsigen Schattenlänge — *στοιχεῖον δεκάπουν* —, bei der jemand zum Abendessen erscheinen solle †), woraus hervorgeht, daſs man, in Ermangelung genauerer Bezeichnungsmittel, die Zeit eines Gastmals nach der Länge des Schattens am Gnomon bestimmt habe.

So wie die Chaldäer bei ihren am Tage angestellten Beobachtungen sich vermuthlich der Sonnenuhr bedient haben, wird man leicht darauf fallen, daſs sie die Zeiten nächtlicher Himmelserscheinungen mit Hülfe von Wasseruhren ausgemittelt haben. Es entsteht hier also die Frage, ob man ihnen den Gebrauch derselben beilegen dürfe?

Vitruv beschreibt ††) die Wasseruhr — *horologium ex aqua* —, die Ctesibius, ein unter Ptolemäus Philadelphus und Euergetes zu Alexandrien lebender griechischer Mechaniker, erfunden hatte. Sie beruhte, wie die übrigen hydraulischen Kunstwerke dieses sinnreichen Kopfes, auf den Druck der Luft, und zeigte, eben so wie die alten Sonnenuhren, das ganze Jahr hindurch die veränderlichen Zeitstunden.

*) H. N. II, 8.

**) *De vit. phil.* II, 1, 3.

***) H. N. II, 76.

†) *Eccles.* v. 652. Cf. Pollux VI, 44. und Casaub. *ad Athen.* VI, 10, p. 267, 68.

††) *De Archit.* IX, 9.

Vor Erfindung dieser künstlichen Maschine scheint man im Alterthum keine eigentlichen Wasseruhren gehabt zu haben. Denn die κλεψύδραι, die man in Athen schon seit Aristophanes Zeiten *) und in Rom seit dem dritten Consulat des Cn. Pompeius **) bei gerichtlichen Verhandlungen als Zeitmaſs für die Reden der Sachwalter gebrauchte, waren nichts weiter als Gefäſse mit einer engen Oeffnung im Boden, aus denen ein bestimmtes Maſs Wasser tröpfelte. Von ähnlicher Beschaffenheit muſs auch das ὡρολόγιον νυκτερινὸν gewesen seyn, das Plato in Form einer groſsen Clepsydra construirt haben soll ***).

Solche Clepsydrae konnten, wie man sieht, den Chaldäern von keinem Nutzen seyn. Wir finden aber noch eine dritte Art hydraulischer Zeitmesser erwähnt, die sie vermuthlich gebraucht haben. Cleomedes †), Proclus ††) und besonders ausführlich Pappus †††) beschreiben eine von den alten Astronomen erdachte Methode, den scheinbaren Durchmesser der Sonne δι' ὑδρολογίων, wie sie sich ausdrücken, zu bestimmen. In dem Augenblick, wo sich ihre Scheibe am Tage der Nachtgleiche im Horizont zeigte, öffnete man ein mit Wasser angefülltes und durch Zufluſs aus einem Wasserbehälter stets gefüllt bleibendes Gefäſs, das mit einem Loch im Boden versehn war. Zum Auffangen des auströpfelnden Wassers bediente man sich zweier Behältnisse, wovon das eine bis zum vollendeten Aufgange der Sonne und das andere ungleich geräumigere bis zu ihrer ersten Erscheinung am folgenden Tage untergeschoben blieb. Man maſs oder wog nun sorgfältig das in beiden Behältnissen gesammelte Wasser, und schloſs: wie sich die gesammte Quantität desselben zu dem im kleinen Behältniſs vorhandenen verhält, so 360 Grad, der Umfang der Himmelskugel, zu dem gesuchten Durchmesser.

*) S. *Acharn.* v. 693. *Vesp.* v. 93. Loc. class. über diese κλεψύδραι ist Aeschin, *contra Ctesiph. Orat. Gr.* Vol. III. p. 587.

**) A. u. 702. Man schreibt ihm die Einführung der Clepsydrae zu, weil der Verf. des *Dialogus de causis corruptae eloquentiae* sagt: *primus tertio consulatu Cn. Pompeius adstrinxit imposuitque veluti frenos eloquentiae.*

***) Athen. IV, 23.

†) *Cyclom.* l. II. p. 75. ed. Balfor.

††) *Hypotyp.* S. 41. ed. Basil. 1540, 4.

†††) In dem gröſstentheils ihm angehörigen Kommentar über das fünfte Buch des Almagest S. 261.

Ptolemäus *) verwirft diese Methode als unsicher, wie sie es denn, zumal unter der schiefen Himmelskugel, nur allzusehr ist. Es scheint aber die dabei zum Grunde liegende Art der Zeitmessung bei den Astronomen des Alterthums nichts desto weniger sehr gebräuchlich gewesen zu seyn. **Theon** spricht in seinem **Kommentar zum Almagest** an mehr als einer Stelle von den ὑδρίοις (so nennt er dergleichen Vorrichtungen), wodurch man die Dauer der täglichen Sichtbarkeit der Fixsterne, die Länge der Tage in Aequinoctialstunden und die Zeiten der Mondfinsternisse erforscht habe **). Wie man dabei in jedem Fall verfahren sei, wird man leicht erachten. Bei einer Mondfinsterniſs z. B. kam es darauf an, aus dem Verhältniſs der Wassermengen, die zwischen dem Untergange der Sonne am vorhergehenden Abend, dem Eintritt der Einsterniſs und dem Untergange am folgenden Abend ausflossen, eins der beiden Intervalle in Aequinoctialstunden und deren Theilen zu bestimmen, welche sich dann leicht auf Stunden vor oder nach Mitternacht, wie wir sie bei den alten Beobachtungen gewöhnlich bemerkt finden, bringen lieſsen.

Diese Methode, **die Zeit durch den Fall des Wassers einzutheilen**, ist gewiſs uralt. Die Griechen und Römer schrieben ihre Erfindung dem Orient zu, wie die Notiz beim **Sextus Empiricus** ***) und **Macrobius** †) beweist, daſs die Chaldäer und Aegypter sie zur ersten Eintheilung der Ekliptik angewendet haben; und so wollen wir ohne Bedenken die Möglichkeit, ja die Wahrscheinlichkeit zugeben, daſs sie von den babylonischen Astronomen auch bei der Beobachtung der Mondfinsternisse gebraucht worden sei.

Da sie aber zu unsicher zu seyn scheint, als daſs sie die Zeiten der von **Ptolemäus** aufbewahrten Beobachtungen mit dem Grade von Genauigkeit hätte geben können, den wir an mehreren derselben nicht ohne Ueberraschung wahrnehmen, so sehen wir uns zu der Voraussetzung genöthigt, daſs sie von den Chaldäern wenigstens nicht ohne Kontrolle angewendet wor-

*) **Almag.** V. 14. Hier ist von der Bestimmung des Sonnendurchmessers δι' ὑδρομετρείας die Rede. Noch anderswo findet sich δι' ὑδρείων, z. B. beim **Sext. Empir.** *adv. Astrol.* sect. 75.

**) L. I. p. 6. l. II. p. 82. l. IV. p. 196. An den beiden letztern Stellen steht ἐξ ὑδρίου ἀποσκοπίας, wofür wol ἐξ ὑδρίου ἀποσκόπου gelesen werden muſs.

***) L. c. **sect.** 24, 25.

†) *In Somn. Scip.* I, 21.

den ist. Eine solche konnte mir der Himmel selbst gewähren. Indem nämlich ein Beobachter auf den Eintritt einer Mondfinsternifs merkte, mufste ein anderer aus der Stellung der Sterne gegen den Horizont oder Meridian die Zeit zu bestimmen suchen, was freilich mancherlei Kenntnisse und Vorrichtungen voraussetzt, die man gewöhnlich erst den griechischen Astronomen beizulegen geneigt ist. Dafs diese wirklich so verfuhren, wenn sie die Momente ihrer Beobachtungen mit einiger Genauigkeit finden wollten, lehrt folgende gelegentlich angebrachte Aeufserung des Theon: „von den Umläufen der Fixsterne werden die nächtlichen Stunden, als die der Mondfinsternisse, entnommen *).“ Die von Ptolemäus und andern Griechen angestellten Beobachtungen ergeben sich aber beim Zurückrechnen, wie ich finde, um nichts genauer als die chaldäischen. Sollten also bei diesen nicht schon ähnliche Methoden angewendet worden seyn?

Nachdem Diodor, der uns allerlei von der Sternkunde und Sterndeuterei der Chaldäer berichtet, gesagt hat, dafs sie den Mond für den nächsten und kleinsten Planeten hielten, dafs sie ihm ein erborgtes Licht beilegten, und dafs sie seine Finsternisse von seinem Eintritt in den Erdschatten herleiteten, fügt er hinzu **): „in Betreff der Sonnenfinsternisse sind ihre Erklärungen von der schwächsten Art, und sie wagen es nicht, solche zu verkündigen und ihre Zeiten genau zu bestimmen.“ Hieraus scheint nicht undeutlich hervorzugehn, dafs er ihnen Einsichten genug zutraute, wenigstens die Mondfinsternisse vorher sagen zu können, und diese hatten sie ohne Zweifel, welches der dritte Schlufs ist, wozu uns ihre noch vorhandenen Beobachtungen berechtigen. In der That, wie hätten sie bei ihren Mitteln der Zeitbestimmung den Moment des Eintritts einer Mondfinsternifs angeben können, wenn sie etwa nur erst durch den der wirklichen Verfinsterung kurz vorangehenden Halbschatten aufmerksam auf die ganze Erscheinung gemacht worden wären?

Astronomische Tafeln, das Resultat langfortgesetzter theoretischer Untersuchungen des Laufs der Weltkörper, haben sie unmöglich schon gehabt. Sie können also bei jener Vorhersagung nur von der bekannten Periode von 223 synodischen Monaten ausgegangen seyn, die den Mond in Ansehung seiner Knoten und seiner Erdferne fast zu demselben Punkt, von wel-

*) Komm. zum Almagest I. S. 20.

**) L. II. 31. p. 145.

welchem er ausgegangen ist, zurückführt, also die Mondfinsternisse für alle Oerter der Erde und die Sonnenfinsternisse wenigstens für ihren Mittelpunkt in gleicher Gröſse und Ordnung wiederkehren läſst. Daſs ihnen diese Periode bekannt war, ist sehr gewiſs. Ptolemäus nennt im Anfange seines vierten Buchs, wo er von der mittlern Bewegung des Mondes handelt, die Männer, die sie gefunden, die alten Mathematiker. Die noch ältern, fährt er fort, haben entdeckt, daſs der Mond in 6585 Tagen und 8 Stunden 223 mal zur Sonne, 239 mal zu seiner Erdferne, 242 mal zu seinem Knoten und, mit einem Ueberschuſs von 10° 40′, 241 mal zu demselben Punkt der Ekliptik zurückkehrt. Um ganze Tage zu erhalten, setzt er hinzu, haben sie diese Periode dreifach genommen, und sie in dieser Form ἐξελιγμὸς genannt (welcher aus der Taktik entlehnte Ausdruck so viel als ganze Schwenkung bedeutet). Geminus *), der sie in derselben Form und unter derselben Benennung aufführt, sagt, die Chaldäer hätten aus ihr die mittlere tägliche Bewegung des Mondes zu 13° 10′ 35″ gefolgert, welches mit den Beobachtungen der Neuern bis auf die Sekunde übereinstimmt. Wir sehen also, wem sie eigentlich angehört. Beim Suidas **), der ihr irrig 222 Mondwechsel beilegt, heiſst sie Saros, d. i. Mondperiode, ohne Zweifel vom chaldäischen סהרא Sahara, Mond.

Man muſs erstaunen, wenn man bei einer nähern Untersuchung obiger Zahlen ersieht, wie genau die Chaldäer die mittlere Bewegung des Mondes und die Perioden der Rückkehr seiner Ungleichheit ausgemittelt haben. So fanden sie den mittlern synodischen Monat, oder die Zeit seiner Wiederkehr zur Sonne, nur um 4 und eine halbe Sekunde, und den periodischen, oder die Zeit seiner Wiederkehr zu demselben Punkt der Sonnenbahn, nur um eine Sekunde zu groſs. Auch kannten sie bereits die Dauer des tropischen Jahrs zu 365 Tagen und 6 Stunden. Denn erfolgt nach 6585 Tagen und 8 Stunden die Zusammenkunft des Mondes mit der Sonne um 10° 40′ weiter östlich, so muſs die Sonne indessen 18 mal 360° und noch 10° 40′ zurückgelegt haben, welches für ihren Umlauf 365¼ Tage giebt. Sei es nun, daſs sie die 10° 40′ durch eine unmittelbare Beobachtung gefunden oder sie vermittelst der ihnen aus andern Gründen bekannten Dauer des Sonnenjahrs zu 365¼ Tagen hergeleitet hatten, genug, diese Dauer muſste ihnen bekannt seyn.

*) Isagoge c. 15.

**) Voc. Σάρος.

Vermittelst der Periode von 223 Mondwechseln nun wurden sie leicht von einer beobachteten Mondfinsterniss zur andern fortgeleitet. Auf die Sonnenfinsternisse konnten sie dieselbe wegen der Parallaxe nicht so unmittelbar anwenden, und wenn obigem Bericht des Diodor zu trauen ist, so haben sie von diesen Erscheinungen nur eine sehr unvollkommene Kenntniss gehabt. Dass sie solche ganz aufgegeben hätten, wie Bailly meint *), bezweifle ich; wenigstens folgt es daraus gerade nicht, dass Ptolemäus keine von ihnen beobachtete Sonnenfinsterniss anführt. Hat Thales, wie Herodot erzählt **), den Ioniern wirklich die totale Sonnenfinsterniss vorher verkündigt, die dem Kampf der Meder und Lydier ein plötzliches Ende machte, so kann er dabei nur von irgend einem Mondcyklus ausgegangen seyn ***), den er mit einiger Kenntniss der Parallaxe auf die Sonnenfinsternisse anzuwenden wusste. Warum sollten nicht auch schon die Chaldäer die Wirkung derselben, wenigstens im Groben, gekannt haben?

Man legt ihnen gewöhnlich noch zwei andere Perioden bei, die für die Zeitrechnung wichtige neunzehnjährige und eine sechshundertjährige. Jene, welche nach 235 Mondwechseln die Phasen zu demselben Tage, ja fast zu derselben Stunde des Sonnenjahrs zurückführt, müssen sie allerdings gekannt haben, wenn sie wirklich ein gebundenes Mondjahr und zwar ein so vollkommenes hatten, als man ihnen zuzuschreiben genöthigt ist.

*) *Hist. de l'Astron. ancienne* l. II. p. 54.

**) I, 74.

***) In der That sagt Eudemus in einem uns von Anatolius aufbewahrten Fragment, (s. Fabricii *Bibl. Gr.* Tom. III. p. 278. d. a. A.), dass Thales die Perioden der Finsternisse gefunden habe. Finden heisst hier so viel, als aus dem Orient entlehnen. Wenn man diesem ziemlich spät lebenden Verfasser einer Geschichte der Geometrie und Astronomie, die Proclus ad Eucl. oft citirt, Glauben beimessen will, so haben die frühern Griechen aus dem Orient, den sie doch, um sich zu unterrichten, so häufig besuchten, nichts mitgebracht, sondern alles selbst erfunden, Thales z. B. sogar den Satz, dass der Winkel im Halbkreise ein Rechter ist. Es wird jetzt unter den Deutschen Mode, eben so zu urtheilen, so dass es fast Ketzerei ist, anderer Meinung zu seyn. Ich habe dies in mehreren Recensionen meiner historischen Untersuchungen erfahren, ob ich mich gleich möglichst vor einer für den Orient parteiischen Ansicht gehütet hatte. Wenn wir doch so gerecht seyn wollten, wie die Griechen selbst (ich spreche von den denkenden der frühern, nicht von den gedankenlos compilirenden der spätern Zeiten), z. B. wie der Verf. der Epinomis, der, nachdem er von den aus dem Auslande gekommenen astronomischen Kenntnissen geredet hat (s. die oben S. 201 in der Anmerkung citirte Stelle), mit den Worten schliesst: λάβωμεν δὲ, ὡς ὅ,τι περ ἂν Ἕλληνες βαρβάρων παραλάβωμεν, κάλλιον τοῦτο εἰς τέλος ἀπεργάζονται. Der Sinn ist klar; die Worte bedürfen aber einiger Verbesserung.

Von dieser findet sich eine dunkele Notiz beim Josephus *), auf welche Dominic Cassini, Goguet, Mairan, Le Gentil und Bailly ein ganzes System von Vermuthungen und Schlüssen gegründet haben, dessen Erörterung und Prüfung mich hier zu weit führen würde.

Wenn man das Bisherige reiflich und ohne Vorurtheile erwägt, wird man einzugestehn genöthigt seyn, daſs die Chaldäer ihre Beobachtungen Jahrhunderte lang fortgesetzt haben müssen, um die mittlern Bewegungen der Sonne und des Mondes so genau zu bestimmen, als sie die Periode von 223 Mondwechseln giebt, und dies um so eher, wenn man bedenkt, daſs die Wissenschaft bei ihnen kein Gemeingut, sondern das Erbtheil einer Kaste war, unter der ihre Forttchritte immer langsam sind. Ich möchte daher nicht so schnöde, wie es von einigen deutschen Gelehrten geschieht, die Notiz beim Simplicius **) verwerfen, daſs Callisthenes seinem Lehrer Aristoteles eine Reihe astronomischer Beobachtungen aus Babylon geschickt habe, die einen Zeitraum von 1903 Jahren vor Alexander umfaſsten. Wenn man sagt, daſs sich keine Spur davon in den zahlreichen noch vorhandenen Schriften des Aristoteles finde, so irrt man. Denn im zweiten Buch *de Coelo* heiſst es bei Erwähnung des vom Monde bedeckten Mars: „eben dergleichen vieljährige Beobachtungen an den übrigen Sternen haben die Aegypter und Babylonier angestellt, von denen eine Menge solcher Wahrnehmungen zu unserer Kunde gelangt ist ***).“

Daſs die Chaldäer, von denen die Astrologie in ein System gebracht worden ist, auſser Sonne und Mond auch die fünf Planeten und die Fixsterne, besonders ihre Auf- und Untergänge fleiſsig beobachtet haben, wird man leicht erachten, auch wenn es Diodor nicht ausdrücklich versicherte †). Andeutungen davon finden sich hie und dort. Wenn z. B. Ptolemäus, von dem Sehungsbogen der Planeten handelnd, sagt ††), daſs unter dem

*) *Ant. Jud.* I, 3, p. 18.

**) Kommentar über Aristot. *de Coelo* p. 123, a.

***) Ὁμοίως δὲ καὶ περὶ τοὺς ἄλλους ἀστέρας λέγουσιν οἱ πάλαι τετηρηκότες ἐκ πλείστων ἐτῶν Αἰγύπτιοι καὶ Βαβυλώνιοι· παρ' ὧν πολλὰς πίστεις ἔχομεν περὶ ἑκάστου τῶν ἀστέρων. c. 12. Für πίστεις schlägt Hr. Buttmann sehr treffend vor πύστεις zu lesen.

†) II, 30 und 31, S. 143. ff.

††) Almag. B. XIII. S. 321 d. a. Th. II. S. 419 d. n. A.

Parallel von 14 Stunden 15′ die meisten und sichersten der dahin gehörigen Wahrnehmungen gemacht worden sind, so muſs er dabei vorzugsweise an die Chaldäer gedacht haben, die er in die Nähe dieses Parallels setzt. Auch sind nach Theon *) die Kalender der Alten, ihre sogenannten Parapegmen, worin die jährlichen Auf- und Untergänge der Fixsterne mit den Wechseln der Witterung bemerkt waren, eine chaldäische und ägyptische Erfindung.

An die bisherigen Nachrichten von der Sternkunde der Chaldäer lieſsen sich noch manche andere reihen, die ich aber dem Geschichtschreiber der Astronomie zu sammeln überlasse, weil sie von minder glaubwürdigen Schriftstellern gegeben werden, auch Erfindungen, Sätze und Meinungen betreffen, auf welche die Griechen offenbar ein näheres Anrecht haben. Was hier beigebracht worden ist, wird hoffentlich hinreichen, jeden Sachkundigen und Unbefangenen zu überzeugen, daſs die Chaldäer derjenigen Astronomie, welche die scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper zum Gegenstand hat, der sphärischen, bereits eine bedeutende Entwickelung gegeben haben müssen.

*) *Ad Arati Dios.* v. 20. S. 80. der Par. Ausg.

Vergleichung der sieben ältesten chaldäischen Beobachtungen mit den heutigen astronomischen Tafeln.

Erste Beobachtung.

Almagest B. IV. S. 95. der alten, S. 244. der neuen Ausgabe.

Ὧν τοίνυν εἰλήφαμεν παλαιῶν τριῶν ἐκλείψεων, ἐκ τῶν ἐν Βαβυλῶνι τετηρημένων, ἡ μὲν πρώτη ἀναγέγραπται γεγονυῖα τῷ πρώτῳ ἔτει Μαρδοκεμπάδου, κατ᾽ Αἰγυπτίους Θὼθ κθ εἰς τὴν λ. Ἤρξατο δὲ ἐκλείπειν μετὰ τὴν ἀνατολὴν, μιᾶς ὥρας ἱκανῶς παρελθούσης, καὶ ἐξέλιπεν ὅλη. Ἐπειδὴ οὖν ὁ ἥλιος περὶ τὰ ἔσχατα τῶν ἰχθύων ἦν καὶ ἡ νὺξ ὡρῶν ἰσημερινῶν ιβ ἔγγιστα, ἡ μὲν ἀρχὴ τῆς ἐκλείψεως ἐγένετο δηλονότι πρὸ δ ς″ ὡρῶν ἰσημερινῶν τοῦ μεσονυκτίου· ὁ δὲ μέσος χρόνος, ἐπειδήπερ τελεία ἦν ἡ ἔκλειψις, πρὸ β ς″ ὡρῶν.

Vermuthlich war von den Chaldäern nichts weiter aufgezeichnet worden, als daſs die Finsterniſs eine gute Stunde nach Aufgang des Mondes zu Babylon angefangen hatte und total gewesen war. Das Uebrige scheint Folgerung des Hipparch oder Ptolemäus zu seyn. Das erste Jahr des **Mardokempad** ist nach dem Canon der Könige das 27ste seit **Nabonassar**, welches am 20. Februar 721 vor Chr. Geb. anfängt. Der 29. Thoth entspricht also dem 19. März.

Ergebnisse der Berechnung.

Wahrer Vollmond den 19. März 721 vor Chr. Geb. um 6 U. 49′ 4″ Ab. m. Par. Zeit.

	Z	°	′	″
Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik	5 Z	21°	31′	20″
Ort des aufsteigenden Knotens	5	19	52	16
Nördliche Breite des Mondes			9	15
Stündliche Zunahme derselben			2	54
Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik			31	24
Stündliche Bewegung der Sonne			2	26
Halbmesser des Mondes			15	10
Halbmesser der Sonne			15	55

Horizontalparallaxe des Mondes			55′	37″
Halbmesser des Erdschattens			40	31
Zeitgleichung		+	10	20

Hieraus: Anfang der Finsternifs um 7 U. 31′ und Mittel um 9 U. 24′ Ab. wahre Zeit zu Babylon.

Nach **Ptolemäus** ist der Anfang eine Minute früher und das Mittel 6 Minuten später eingetroffen.

Die Finsternifs total.

Zweite Beobachtung.

Almagest B. IV. S. 95 a. A. S. 245 n. A.

Ἡ δευτέρα τῶν ἐκλείψεων ἀναγέγραπται γεγονυῖα τῷ δευτέρῳ ἔτει τοῦ αὐτοῦ Μαρδοκεμπάδου κατ' Αἰγυπτίους Θωθ ιη εἰς τὴν ιθ. Ἐξέλιπε δὲ ἀπὸ νότου δακτύλους τρεῖς αὐτοῦ τοῦ μεσονυκτίου. Ἐπεὶ οὖν ὁ μέσος χρόνος ἐν Βαβυλῶνι φαίνεται γεγονὼς κατ' αὐτὸ τὸ μεσονύκτιον etc.

Das zweite Jahr des **Mardokempad** ist das 28ste seit Nabonassar, welches am 19. Februar 720 vor Chr. Geb. beginnt. Die Mitternacht vom 18. zum 19. Thoth entspricht also der Mitternacht des beginnenden 9. März.

Ergebnisse der Berechnung.

Wahrer Vollmond den 8. März 720 vor Chr. Geb. um 8 U. 50′ 28″ Ab. m. Par. Zeit.

Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik	5 Z.	10°	38′	59″
Ort des aufsteigenden Knotens	5	1	6	39
Nördliche Breite des Mondes			50	0
Stündliche Zunahme derselben			2	42
Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik			29	32
Stündliche Bewegung der Sonne			2	27
Halbmesser des Mondes			14	44
Halbmesser der Sonne			15	58
Horizontalparallaxe des Mondes			53	56
Halbmesser des Erdschattens			38	45
Zeitgleichung		+	14	10

Hieraus: Mittel der Finsterniſs um 11 U. 12′ Ab. wahre Zeit zu Babylon.
Gröſse anderthalb Zoll am südlichen Rande.

Nach Ptolemäus, der sich aber nicht ganz bestimmt ausdrückt, ist das Mittel gerade um Mitternacht eingetreten.
Die Gröſse soll 3 Zoll am südlichen Rande betragen haben.

Dritte Beobachtung.

Almagest B. IV. S. 95 a. A. S. 245 n. A.

Ἡ δὲ τρίτη τῶν ἐκλείψεων ἀναγέγραπται γεγονυῖα τῷ αὐτῷ δευτέρῳ ἔτει τοῦ Μαρδοκεμπάδου κατ' Αἰγυπτίους Φαμενὼθ ιε̄ εἰς τὴν ιϛ̄. Ἤρξατο δὲ ἐκλείπειν μετὰ τὴν ἀνατολὴν, καὶ ἐξέλιπεν ἀπ' ἄρκτων πλεῖον τοῦ ἡμίσους. Ἐπειδὴ οὖν ὁ ἥλιος περὶ τὴν ἀρχὴν ἦν τῆς παρθένου, τὸ μὲν τῆς νυκτὸς μέγεθος ἐν Βαβυλῶνι ια̅ ἔγγιστα ὡρῶν ἐτύγχανεν ἰσημερινῶν, τὸ δὲ ἥμισυ τῆς νυκτὸς ε̅ ϛ″ ὡρῶν. Καὶ ἡ μὲν ἀρχὴ τῆς ἐκλείψεως γέγονε πρὸ πέντε μάλιστα ὡρῶν ἰσημερινῶν τοῦ μεσονυκτίου, διὰ τὸ μετὰ τὴν ἀνατολὴν ἦρχθαι, ὁ δὲ μέσος χρόνος πρὸ γ̅ ϛ″ ὡρῶν, ἐπειδήπερ ὁ πᾶς χρόνος τοῦ τηλικούτου μεγέθους τῆς ἐπισκοτήσεως τριῶν ἔγγιστα ὡρῶν ὀφείλει γεγονέναι.

Der 15. Phamenoth des zweiten Jahrs des Mardokempad ist der 1. September 720 vor Chr. Geburt.

Ergebnisse der Berechnung.

Wahrer Vollmond den 1. Septemb. 720 vor Chr. Geb. um 6 U. 0′ 12″ m. Par. Zeit.

	Z.	°	′	″
Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik - -	11	0	56	57
Ort des aufsteigenden Knotens - - - -	4	22	2	44
Südliche Breite des Mondes - - - - - -			46	11
Stündliche Zunahme derselben - - - - - - -			2	33
Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik - -			37	50
Stündliche Bewegung der Sonne - - - - - -			2	28
Halbmesser des Mondes - - - - - - -			16	43
Halbmesser der Sonne - - - - - - -			16	3
Horizontalparallaxe des Mondes - - - - - -			61	10
Halbmesser des Erdschattens - - - - - -			46	1
Zeitgleichung - - - - - - - - - —			0	3

Hieraus: Anfang der Finsternifs um 7 U. 50′ und Mittel um 8 U. 42′ Ab. wahre Zeit zu Babylon.

Gröfse 6 Zoll am nördlichen Rande.

Nach Ptolemäus ist der Anfang 50 Minuten und das Mittel 14 Minuten früher beobachtet worden. Die Gröfse soll über 6 Zoll am nördlichen Rande betragen haben.

Vierte Beobachtung.

Almagest B. V. S. 125 a. A. S. 340 n. A.

Τῷ πέμπτῳ ἔτει Ναβοπολασσάρου, ὅ ἐστιν ρκζ ἔτος ἀπὸ Ναβονασσάρου, κατ᾽ Αἰγυπτίους Ἀθὺρ κζ εἰς τὴν κη ὥρας ια ληγούσης ἐν Βαβυλῶνι ἤρξατο ἡ σελήνη ἐκλείπειν, καὶ ἐξέλιπε τὸ πλεῖστον ἀπὸ νότου δ′ τῆς διαμέτρου. Ἐπεὶ οὖν ἡ μὲν ἀρχὴ τῆς ἐκλείψεως γέγονε μετὰ ε ὥρας τοῦ μεσονυκτίου καιρικὰς, ὁ δὲ μέσος χρόνος μετὰ ϛ ἔγγιστα, αἳ ἦσαν ἐν Βαβυλῶνι τότε ἰσημεριναὶ ε ϛ″ γ″, διὰ τὸ τὸν ἥλιον ἀκριβῶς ἐπέχειν κριοῦ μοίρας κζ γ″, δηλονότι γέγονεν ὁ μέσος χρόνος τῆς ἐκλείψεως, ὅτε τὸ πλεῖστον εἰς τὴν σκιὰν ἐμπεπτώκει τῆς διαμέτρου, ἐν μὲν Βαβυλῶνι μετὰ ε ϛ″ γ″ ὥρας ἰσημερινὰς τοῦ μεσονυκτίου, ἐν δὲ Ἀλεξανδρείᾳ μετὰ ε μόνας.

Die Finsternifs hat angefangen am Ende der eilften Stunde, d. i., wie Ptolemäus selbst sagt, 5 Stunden nach Mitternacht, und zwar Zeitstunden. Weiter scheint er nichts aufgezeichnet gefunden zu haben; denn dafs das Mittel 6 Zeitstunden nach Mitternacht eingetreten sei, hat er wol nur aus dem Anfange und der Gröfse der Finsternifs geschlossen. Diese 6 Zeitstunden reducirt er auf 5 St. 50′ Aequatorialzeit. Der Anfang ergiebt sich in derselben Zeit um 4 U. 52′. Das 127ste Jahr seit Nabonassar fängt am 26. Januar 621 vor Chr. Geb. an. Der 28. Athyr entspricht also dem 22. April desselben Jahrs.

Ergebnisse der Berechnung.

Wahrer Vollmond den 22. Apr. 621 vor Chr. Geb. um 1 U. 45′ 10″ Morg. m. Par. Z.

Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik	6 Z.	24°	21′	52″
Ort des aufsteigenden Knotens	1	3	58	30
Nördliche Breite des Mondes			50	22
Stündliche Abnahme derselben			2	45

Stünd-

Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik	29′	45″
Stündliche Bewegung der Sonne	2	24
Halbmesser des Mondes	14	47
Halbmesser der Sonne	15	48
Horizontalparallaxe des Mondes	54	7
Halbmesser des Erdschattens	39	6
Zeitgleichung	2	54

Hieraus: Anfang der Finsternifs 4 U. 3′, Mittel 4 U. 46′ Morg. wahre Zeit zu Babylon.

Gröfse etwas über anderthalb Zoll am südlichen Rande.

Der Anfang ist nach Ptolemäus um 49′ und das Mittel um 1 St. 4′ später beobachtet worden. Die Gröfse giebt er zu 8 Zoll am südlichen Rande an.

Fünfte Beobachtung.

Almagest B. V. S. 125 a. A. S. 341 n. A.

Πάλιν δὴ τῷ ζ̄ ἔτει Καμβύσου ὅ ἐστι σκε̄ ἔτος ἀπὸ Ναβονασσάρου, κατ' Αἰγυπτίους Φαμενὼθ ιζ̄ εἰς τὴν ιη̄ πρὸ μιᾶς ὥρας τοῦ μεσονυκτίου, ἐν Βαβυλῶνι ἐξέλιπεν ἡ σελήνη ἀπ' ἄρκτων τὸ ἥμισυ τῆς διαμέτρου. Γέγονεν ἄρα αὕτη ἡ ἔκλειψις ἐν Ἀλεξανδρείᾳ πρὸ ᾱ ϛ″ γ″ ὥρας ἰσημερινῆς ἔγγιστα τοῦ μεσονυκτίου.

Aus dieser Reduction auf alexandrinische Zeit erhellt, dafs die zu Babylon beobachtete Stunde ebenfalls Aequatorialzeit seyn soll; denn den Zeitunterschied zwischen Alexandrien und Babylon setzt **Ptolemäus** auf 59 Minuten. Das 225ste Jahr seit Nabonassar fängt am 1. Januar 523 vor Chr. Geb. an. Der 17. Phamenoth stimmt also mit dem 16. Julius desselben Jahrs überein.

Ergebnisse der Berechnung.

Wahrer Vollmond den 16. Julius 523 vor Chr. Geb. um 8 U. 18′ 58″ Ab. m. Par. Z.

Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik	9 Z.	16°	30′	48″
Ort des aufsteigenden Knotens	9	24	9	13
Südliche Breite des Mondes			39	40
Stündliche Abnahme der südlichen Mondbreite			2	44

Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik	29′	50″
Stündliche Bewegung der Sonne - -	2	28
Halbmesser des Mondes - - - -	14	48
Halbmesser der Sonne - - - - - -	15	51
Horizontalparallaxe des Mondes - -	54	23
Halbmesser des Erdschattens - - -	39	9
Zeitgleichung - - - - - - - - -	+	16

Hieraus: Mittel der Finsterniſs um 11 U. 15′ Ab. wahre Zeit zu Babylon.
Gröſse 6 Zoll am nördlichen Rande.

Nach Ptolemäus ist das Mittel um 11 U. Abends beobachtet worden. Die Gröſse giebt auch er zu 6 Zoll am nördlichen Rande an.

Sechste Beobachtung.

Almagest B. IV. S. 102 a. A. S. 269 n. A.

Δευτέρα δὲ, ἣ καὶ Ἵππαρχος συνεχρήσατο, γενομένη τῷ κ̄ ἔτει Δαρείου τοῦ μετὰ Καμβύσην, κατ' Αἰγυπτίους Ἐπιφὶ κη̄ εἰς τὴν κθ̄, τῆς νυκτὸς προελθούσης ἰσημερινὰς ὥρας ϛ γ″, καθ' ἣν ἐξέλιπεν ἡ σελήνη ἀπὸ νότου τὸ δ″ τῆς διαμέτρου. Καὶ ἦν ὁ μέσος χρόνος ἐν μὲν Βαβυλῶνι πρὸ δύο πέμπτων μιᾶς ὥρας ἰσημερινῆς τοῦ μεσονυκτίου, ἐπεὶ τὸ ἡμινύκτιον ἦν τότε ὡρῶν ἰσημερινῶν ϛ ς″ δ″ ἔγγιστα.

Wenn die halbe Nacht 6 Aequatorialstunden und 45 Minuten lang ist, so geben 6 Stunden 20 Minuten der Nacht 25 Minuten vor Mitternacht, wofür Ptolemäus ⅖ Stunden oder 24 Minuten setzt. Das 20ste Jahr des Darius Hystaspis ist nach dem Canon der Könige das 246ste der nabonassarischen Aere, welches den 27. December 503 vor Chr. Geb. anfängt; der 28. Epiphi entspricht also dem 19. November 502.

Ergebnisse der Berechnung.

Wahrer Vollmond den 19. Nov. 502 vor Chr. Geb. um 8 U. 39′ 8″ Ab. m. Par. Zeit.

Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik	1 Z.	21°	52′	15″
Ort des aufsteigenden Knotens	8	1	13	20
Nördliche Breite des Mondes - - -			48	42
Stündliche Abnahme derselben - - -			2	42
Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik -			29	30

Stündliche Bewegung der Sonne	2′	33″
Halbmesser des Mondes	14	43
Halbmesser der Sonne	16	18
Horizontalparallaxe des Mondes	53	53
Halbmesser des Erdschattens	38	22
Zeitgleichung	— 11	5

Hieraus: Mittel der Finsternifs um 11 U. 48′ Ab. wahre Zeit zu Babylon.
Gröfse 2 Zoll am südlichen Rande.

Nach Ptolemäus ist das Mittel um 11 U. 36′ Ab. beobachtet worden.
Die Gröfse soll 3 Zoll am südlichen Rande betragen haben.

Siebente Beobachtung.

Almagest B. IV. S. 102 a. A. S. 267 n. A.

Ἐλάβομεν δὴ πρώτην μὲν ἔκλειψιν τὴν ἐπὶ Δαρείου τοῦ πρώτου τετηρημένην ἐν Βαβυλῶνι τῷ πρώτῳ καὶ τριακοστῷ αὐτοῦ ἔτει, κατ' Αἰγυπτίους Τυβὶ γ̄ εἰς τὴν δ̄, ὥρας ϛ̄ μέσης, καθ' ἣν διασαφεῖται ὅτι ἐξέλιπεν ἡ σελήνη ἀπὸ νότου δακτύλους β̄.

Ptolemäus meint hier bürgerliche Nachtstunden, die am 25. April, wo die Finsternifs beobachtet ist, zu Babylon um 6′ kürzer als die Aequatorialstunden waren. Er vernachlässigt aber diesen Unterschied, indem er weiterhin sagt, dafs das Mittel eine halbe Stunde Aequatorialzeit vor Mitternacht eingetreten sei — ὁ γὰρ μέσος χρόνος ἐν Βαβυλῶνι γέγονε πρὸ ἡμιωρίου τοῦ μεσονυκτίου, ἐν Ἀλεξανδρείᾳ δὲ πρὸ μιᾶς καὶ τρίτου ὥρας ἰσημερινῆς. Das 31ste Jahr des Darius Hystaspis ist das 257ste seit Nabonassar, welches am 24. December 492 vor Chr. Geb. anfängt. Der 3. Tybi entspricht mithin dem 25. April 491.

Ergebnisse der Berechnung.

Wahrer Vollmond den 25. April 491 vor Chr. Geb. um 7 U. 53′ 41″ Ab. m. Par. Zeit.

Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik	6 Z.	28°	30′	30″
Ort des aufsteigenden Knotens	1	9	21	47
Nördliche Breite des Mondes			56	50
Stündliche Abnahme derselben			2	54
Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik			33	45
Stündliche Bewegung der Sonne			2	24
Halbmesser des Mondes			15	45
Halbmesser der Sonne			15	48

Horizontalparallaxe des Mondes	57′ 41″
Halbmesser des Erdschattens	42 44
Zeitgleichung	4 2

Hieraus: Mittel der Finsternifs um 10 U. 55′ Ab. wahre Zeit zu Babylon. Gröfse 1 Zoll am südlichen Rande.

Nach Ptolemäus ist das Mittel der Finsternifs um 11 U. 30′ Ab. beobachtet worden. Ihre Gröfse soll 2 Zoll am südlichen Rande betragen haben.

Nachschrift.

Die Astronomen unter meinen Lesern werden es befremdend finden, dafs ich die chaldäischen Beobachtungen nicht mit den Bürgschen Tafeln verglichen habe, die für unsere Zeiten die Mondörter am genausten geben. Ich habe sie allerdings gebraucht und sämmtliche Rechnungen nach ihnen mit möglichster Schärfe geführt, aber die mich sehr überraschende Erfahrung gemacht, dafs sie diese so alten Beobachtungen minder genau darstellen, als die Mayerschen. So erhalte ich bei der ersten Finsternifs aus den Delambreschen Sonnen- und Bürgschen Mondtafeln (*Tables Astronomiques publiées par le Bureau des Longitudes*) Folgendes:

Wahrer Vollmond den 19. März 721 vor Chr. Geb. um 6 U. 39′ 51″ A. m. Par. Zeit.

Wahre Länge des Mondes in der Ekliptik	5 Z.	21°	43′	15″
Ort des aufsteigenden Knotens	5	21	25	36
Nördliche Breite des Mondes			2	3
Stündliche Zunahme derselben			3	2
Stündliche Bewegung des Mondes in der Ekliptik			31	29
Stündliche Bewegung der Sonne			2	26
Halbmesser des Mondes			15	13
Halbmesser der Sonne			15	55
Horizontalparallaxe des Mondes			55	45
Halbmesser des Erdschattens			40	39
Zeitgleichung		+	10	10

und hieraus: Anfang der Finsternifs um 7 U. 22′ und Mittel um 9 U. 16′ Ab. wahre Zeit zu Babylon.

Man sieht, dafs die Zeiten des Anfangs und des Mittels hier ein wenig weiter von der Beobachtung abweichen, als sie sich aus den Zachschen und Mayerschen Tafeln ergeben. Dies würde mich aber nicht veranlafst haben, die letztern vorzuziehn, wenn nicht der vierte, sechste und siebente Vollmond, die nach den Mayerschen Tafeln, so wie nach der Beobachtung, eine schwache Finsternifs geben, nach den Bürgschen ohne alle Finsternifs blieben. Ich finde nämlich nach den letztern die Mondbreiten zwischen 5 und 7 Minuten gröfser als nach den erstern, bei der vierten um 6′ 17″, bei der sechsten um 5′ 38″, bei der siebenten um 5′ 2″, wodurch der Mond zu weit von der Ekliptik fortgeschoben wird, als dafs noch eine Finsternifs statt finden könnte. Der Grund dieser stärkern Breite liegt darin, dafs die Mondknoten von den Punkten des Gegenscheins weiter entfernt liegen, als nach den Mayerschen Tafeln. Sollten die mit diesen Vollmonden begleiteten Finsternisse die von Ptolemäus angegebenen Gröfsen haben, so müfsten bei der vierten die Mondknoten um 1° 56′, bei der sechsten um 1° 37′ und bei der siebenten um 1° 42′ weiter westlich liegen. Ungeachtet auf diese Angaben nicht sicher zu bauen ist, so ist doch, dünkt mich, so viel klar, dafs die Sekularbewegung der Mondknoten, die die Bürgschen Tafeln auf 4 Z. 14° 11′ 42″ setzen, um ein paar Minuten zu verkleinern ist. Ich empfehle diesen Gegenstand, den ich hier nur andeuten kann, dem weitern Nachdenken und Ermessen der Sachverständigen.

Ueber

den Cyclus des Meton.

Von Herrn L. Ideler *).

Es ist jetzt allgemein anerkannt, daſs die griechischen Völker, besonders dasjenige, von dessen bürgerlichen Verhältnissen wir am genausten unterrichtet sind, die **Athener**, ihre Monate nach dem Monde und ihre Jahre nach der Sonne abmaſsen, und daſs sie, da sich die Umläufe beider Himmelskörper nicht alljährlich ausgleichen, verschiedene Perioden gebrauchten, um die durch die Mondwechsel bestimmten Monate immer wieder zu ihren ursprünglichen Stellen im Sonnenjahr zurückzuführen. Es fand hiebei, wie man leicht erachten wird, ein durch die sich entwickelnde Sternkunde bedingtes allmäliges Fortschreiten zum Bessern statt, von dessen Momenten wir jedoch sehr unvollkommen unterrichtet sind. Nur so viel ist gewiſs, daſs lange eine **achtjährige Periode** — *Octaëteris*, auch wohl, weil sie sich mit dem neunten Jahr erneuerte, *Ennaëteris* genannt — im Gebrauch war, bei der die zwölf Monate des Jahrs abwechselnd **voll** und **hohl**, d. i. zu 30 und 29 Tagen, gezählt, und im dritten, fünften und achten Jahr ein dreizehnter Monat von 30 Tagen eingeschaltet wurde. Wir wissen dies durch **Geminus** **), der leider nur vergessen hat, uns zu sagen, wie die Periode mit der Olympiadenrechnung zusammenhing, so daſs wir ihren Gang, auch wenn er nie unterbrochen worden wäre, nicht zu verfolgen vermögen. Dazu kommt nun aber, daſs sie allmälige Aenderungen er-

*) Vorgelesen am 19. Oktober 1815.

**) *Isagoge in Arati Phaenomena* c. 6.

fuhr, deren Epochen wir nur muthmaßslich kennen. Bei jener Einrichtung nämlich hielt sie 2922 Tage, welche gerade acht julianische Jahre geben. Sie stimmte also ganz gut mit der Sonne überein. In Ansehung des Mondes war sie aber um etwa anderthalb Tage zu kurz, so daſs während ihres fünfmaligen Ablaufs der Anfang des Jahrs vom Neumonde zum letzten Viertel zurückwich. Dieser Verschiebung zu begegnen, verlängerte man sie einmal ums andere um 3 Tage. So entstand eine sechzehnjährige Periode von 5847 Tagen, die zwar mit dem Monde, aber wieder nicht genau mit der Sonne übereinkam. Um also auch diesem Fehler abzuhelfen, ohne jenem abermals freies Spiel zu geben, schaltete man nach dem zehnmaligen Ablauf der 16jährigen Periode einen Monat von 30 Tagen ein, und erhielt so eine hundertsechzigjährige, bei der das Sonnenjahr zu 365¼ Tagen und der Mondenmonat zu 29 Tagen 12 Stunden 43 Minuten 18 Sekunden gerechnet war, letzterer nur um ¾ Minuten kürzer, als es die mittlere Dauer des synodischen Monats mit sich bringt. Alles dies sagt uns Geminus. Auch wissen wir, daſs es vorzüglich Cleostratus, Harpalus, Eudoxus und Eratosthenes waren, die sich mit der Anordnung und allmäligen Vervollkommnung der achtjährigen Periode beschäftigten. Allein wir kennen, wie gesagt, weder das Epochenjahr der ursprünglichen Octaëteris, noch die genauen Zeitpunkte ihrer Verbesserungen, sehen uns also außer Stande, ein an sie geknüpftes attisches Datum mit Genauigkeit auf unsern allgemeinen Zeithalter, den julianischen Kalender, zu bringen.

Dies gilt entschieden von den Zeiten vor Ol. 87, 1, dem ersten Jahr des ersten neunzehnjährigen Cyclus — *Enneadecaëteris* — des Meton. Ob auch nach derselben, darüber sind die Gelehrten, denen wir die gründlichsten Untersuchungen über die griechische Zeitrechnung verdanken, Scaliger, Petau, Dodwell, Corsini, verschiedener Meinung. Es ist nämlich die Frage, ob dieser Cyclus gleich von jenem Jahr an, und ob er überhaupt je von den Athenern zur Eintheilung der bürgerlichen Zeit gebraucht worden ist? Scaliger verneint dieselbe zufolge seiner ganz eigenthümlichen Hypothese über das Wesen der attischen Monate. Eben so Petau, wiewohl aus bessern Gründen. Dodwell und Corsini dagegen tragen kein Bedenken, sie in ihrem ganzen Umfange zu bejahen. Es wird nöthig seyn, über diesen Punkt zuförderst in einige Erörterungen einzugehn.

Petau *) findet sich besonders durch die Aeufserung des Geminus, dafs die bürgerlichen Monate der Griechen abwechselnd voll und hohl gezählt worden sind, was nach seiner ausdrücklichen Versicherung beim metonschen Cyclus nicht durchgängig der Fall war, zu der Meinung veranlafst, dafs die Enneadecaëteris von den Athenern nur als Norm benutzt worden sei, um die Octaëteris, die ihnen bis auf die spätesten Zeiten zur Anordnung ihrer Zeitrechnung gedient habe, so oft sie sich verschoben, wieder ins Geleise zu bringen, und dafs der metonsche Kalender auch ohne den Cyclus, an den er geknüpft war, im Gebrauch gewesen seyn könne. Ich bin bei meinen frühern Untersuchungen über die griechische Zeitrechnung **) in diese Ansicht eingegangen, finde sie aber nach wiederholter Prüfung zu vielen Schwierigkeiten unterworfen, als dafs ich noch dabei beharren könnte. Denn nicht zu gedenken, dafs eben so gut, ja noch besser, als der metonsche Cyclus, der Himmel selbst den Athenern zum Ordner ihrer nach dem Monde abzumessenden Monate dienen konnte, wie würde ein Kalender, welcher von der im gemeinen Leben gebräuchlichen Zeitrechnung oft um einen oder mehrere Tage, ja wol um einen ganzen Monat abwich (denn die Ordnung der Schaltmonate war in der neunzehnjährigen Periode natürlich eine andere, als in der achtjährigen), den Landmann bei seinen Arbeiten haben leiten können, ohne ihn völlig zu verwirren? Und wie wäre dieser Kalender zu dem grofsen Ansehn, worin er nach Aratus und seinem Scholiasten, nach Diodor und andern in Griechenland stand, gelangt, wenn er nicht mit der bürgerlichen Zeitrechnung gleichen Schritt gehalten hätte? Ich will hier nur die Stelle des Diodor anführen, auf die ich unten noch einmal zurückkommen werde. Er sagt beim vierten Jahr der 86sten Olympiade ***): „zu Athen stellte der wegen seiner astronomischen Kenntnisse berühmte Meton, Sohn des Pausanias, seine sogenannte Enneadecaëteris auf, beginnend mit dem dreizehnten des Monats Skirophorion. Dieser Mann ist in der Verkündigung der Erscheinungen der Sterne sehr glücklich gewesen; denn sie bewegen sich übereinstimmig mit seinen

*) *De Doctrina Temporum* II, 10.

**) Histor. Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten, S. 223.

***) l. XII, c. 36.

seinen Angaben und führen die angezeigten Veränderungen der Witterung herbei. Daher bedienen sich auch bis auf unsere Zeiten die meisten Griechen der Enneadecaëteris, und verfehlen dabei die Wahrheit nicht." Und von den meisten Griechen, sagt Dodwell *), wollten wir die Mitbürger Meton's, die Athener, ausschliessen?

War also der neunzehnjährige Cyclus wirklich im bürgerlichen Gebrauch, wie sind damit die Worte des Geminus zu vereinigen, die das Gegentheil zu beweisen scheinen? Dieser in allen seinen Angaben sehr bestimmte und genaue Schriftsteller will im Anfange seines sechsten Kapitels das Wesen der griechischen Monate darlegen. „Genau genommen, sagt er, beträgt die Dauer des nach dem Monde abzumessenden Monats 29½ und $\frac{1}{33}$ Tage; allein man rechnet dieselbe im bürgerlichen Leben — πρὸς τὴν πολιτικὴν ἀγωγὴν — nur beiläufig zu 29½ Tagen, so daſs auf zwei Monate 59 Tage gehn. Aus diesem Grunde werden die bürgerlichen Monate — οἱ κατὰ πόλιν μῆνες — abwechselnd voll und hohl gezählt." Nach dieser Bemerkung im Allgemeinen kommt er auf die verschiedenen Mondperioden insbesondere, und zunächst auf die achtjährige, bei der er dasselbe noch einmal wiederholt, mit dem Zusatz, daſs das Jahr sechs volle und sechs hohle Monate, zusammen 354 Tage, halte, dagegen er weiterhin von der neunzehnjährigen sagt, daſs sie die Monate nicht abwechselnd voll und hohl zähle, sondern zuweilen zwei volle Monate auf einander folgen lasse. Alles dies hält nun Petau für ganz entscheidend. Dodwell hingegen ist der Meinung **), daſs die Worte πρὸς πολιτικὴν ἀγωγὴν nicht gerade von den bürgerlichen Monaten Hecatombäon, Metagitnion u. s. w. zu nehmen sind, sondern von der bei Zinsrechnungen, Contracten, Häuservermiethungen, Soldzahlungen und dergleichen gebräuchlichen Zeitrechnung. Bekanntlich wurden die Zinsen zu Athen monatlich erhoben. Dabei z. B. nun glaubt er, daſs die Monate abwechselnd voll und hohl, oder je zwei Monate zu 59 Tagen genommen wurden. Dies rechtfertigt aber die Worte des Geminus schwerlich. Meines Erachtens gehn sie wirklich auf die Volksmonate der Griechen, besonders der Athener, ohne jedoch zu beweisen, was Petau daraus folgern will. Wenn es dem Schriftsteller darauf ankam, seinen Lesern einen Begriff von den Volksmonaten der Griechen im Gegensatz der

*) *De veteribus Graecorum Romanorumque Cyclis* I, 3. p. 4.

**) Ib. I. 32. p. 43.

astronomischen zu geben, so konnte er sich vollkommen so ausdrükken, wie er es gethan hat, selbst wenn die Enneadecaëteris allgemein in Griechenland im Gebrauch war; denn auch in ihr waren die Monate in der Regel abwechselnd voll und hohl. Erst wenn dieser Wechsel sieben oder achtmal hinter einander statt gefunden hatte, traten einmal zwei volle Monate nach einander ein. Und wurde denn dieser Wechsel in der Octaëteris nie unterbrochen? Der Schaltmonat hielt nach Geminus ausdrücklicher Versicherung allemal 30 Tage; wo er also auch eingeschoben werden mochte, mufste er allemal entweder vor einem vollen hergehn oder ihm folgen. Das Praesens, das Geminus von der achtjährigen Periode gebraucht — *ὅθεν κοῖλον καὶ πλήρη μῆνα παρὰ μέρος ἄγουσιν — γίνονται οὖν ἐν τῷ ἐνιαυτῷ ἓξ πλήρεις καὶ ἓξ κοῖλοι* — worauf Petau einen besondern Nachdruck gelegt wissen will *), scheint mir nicht entscheidend zu seyn. Denn nicht zu gedenken, dafs diese Periode 70 Jahr vor unserer Zeitrechnung, wo Geminus vermuthlich schrieb, noch bei mehreren griechischen Völkerschaften im Gebrauch seyn konnte, spricht er ja auch von der neunzehnjährigen im Praesens — *ἄγονται δὲ ἐν τοῖς ιθ´ ἔτεσι μῆνες ἐμβόλιμοι ἑπτά — γίνεται οὖν ὁ ἐνιαυτὸς ἡμερῶν τξε´ καὶ ε´ ἐννεακαιδεκάτων*. Soll hier auf das Tempus geachtet werden, warum wollen wir nicht vor allen Dingen folgende Worte hervorheben: *τοῦτο γὰρ ἡ Φύσις ἐπὶ τῶν Φαινομένων ἐπιδέχεται πρὸς τὸν τῆς σελήνης λόγον, ὅπερ ἐν τῇ ὀκταετηρίδι οὐκ ἐνῆν*? Doch um bei diesem aufserwesentlichen Umstande nicht länger zu verweilen, was kann entscheidender für den Gebrauch des neunzehnjährigen Cyclus seyn, als die Art, wie Geminus den Uebergang zu ihr macht? „Da also, sagt er, die achtjährige Periode in allen Stücken fehlerhaft war — *διόπερ ἐπειδὴ διημαρτημένην εἶναι συνέβαινε τὴν ὀκταετηρίδα κατὰ πάντα* — so haben die Astronomen Euktemon, Philippus und Kallippus eine ganz andere, die neunzehnjährige, aufgestellt," wobei ich die gelegentliche Bemerkung mache, dafs der Name dessen, der nach allen andern Angaben der eigentliche Urheber des neunzehnjährigen Cyclus war, des Meton, aus dem Text gefallen seyn müsse.

Man sieht also, dafs die Gründe für den Gebrauch des metonschen Cyclus die für ihren Nichtgebrauch bei weitem überwiegen, oder vielmehr, dafs die letztern bei einer nähern Prüfung als ganz unhaltbar erscheinen. Ich füge hiezu noch folgende Stelle des Columella, die meine Vorgänger

*) *De Doctrina Temp.* I, 6.

nicht beachtet haben *): *nec me fallit Hipparchi ratio, quae docet solstitia et aequinoctia non octavis sed primis partibus signorum confici. Verum in hac ruris disciplina sequor nunc Eudoxi et Metonis antiquorumque fastos astrologorum, qui sunt aptati publicis sacrificiis.* Diente also der Kalender des Meton zur Anordnung der öffentlichen Opfer und Feste, die zu Athen bekanntlich an bestimmte Monatstage geknüpft waren, wer kann noch zweifeln, daſs die Monate selbst nach ihm abgemessen wurden?

Es entsteht hier nur noch die Frage, ob der Cyclus gleich mit seinem ersten Jahr Ol. 87, 1. in Gebrauch gekommen ist? Die Sache an sich ist sehr wahrscheinlich und würde durch ein Wort des Festus Avienus ihre völlige Gewiſsheit erlangen, wenn man es nur mit den einzelnen Ausdrücken dieses breiten und fahrlässigen Paraphrasten ganz genau nehmen dürfte. Er sagt nämlich in seiner Nachbildung des Aratus, nachdem er die Octaëteris des Harpalus, die er wegen des gleichbedeutenden Ennaëteris irrig für eine neunjährige Periode hält:

Illius ad numeros prolixa decennia rursum
Adjecisse Meton Cecropea dicitur arte,
Inseditque animis, tenuit rem Graecia sollers,
Protinus, et longos inventum misit in annos **).

Es scheint damit freilich eine Stelle des Aristophanes im Widerspruch zu seyn. In den Wolken, die nach einer ihnen vorgesetzten alten Didaskalie zum erstenmal unter dem Archon Isarchos Ol. 89, 1. gegeben wurden ***), klagt die Mondgöttin, daſs die Athener die Monatstage nicht genau nach ihren Gestalten zählten, sondern auf und ab wild umherschwärmten. Die Götter drohten ihr jedesmal, wenn sie, um das Opfer betrogen, unverrichteter Sache nach Hause gehn müſsten †). Man kann sagen, der neunzehnjährige Cyclus muſste damals noch zu genau mit dem Himmel übereinstimmen, als daſs er solche Beschwerden veranlassen und rechtfertigen konnte, und der Dichter könne daher nur die Octaëteris in ihrer ältern unsichern Form meinen. Er scheint aber gerade einen Ausfall

*) R. R. IX, 14.

**) Arat. *Progn.* v. 44.

***) P. 51. ed. Küst.

†) v. 615. ff.

auf den Meton zu beabsichtigen, ohne es dabei mit der Wahrheit genauer zu nehmen, als bei seinem Angriff auf den Sokrates. In seinen Vögeln bringt er jenen persönlich auf die Bühne, indem er ihn, wie in den Wolken diesen, als einen fantastischen, mit allerlei unfruchtbaren Speculationen beschäftigten Kopf darstellt. Mochte immerhin der neunzehnjährige Cyclus mit den Monderscheinungen gleichen Schritt halten; dies kümmerte ihn nicht. Er wufste, wie schwankend der attische Volkskalender noch vor wenig Jahren gewesen war, und wie mancherlei Versuche man gemacht hatte, ihn mit dem Himmel in Uebereinstimmung zu bringen. Mehr bedurfte es für ihn nicht, um an Meton's Verbesserung, deren Gründe er ohnehin schwerlich zu beurtheilen im Stande war, seinen Spott auszulassen.

Ein entscheidender Beweis für die Einführung des metonschen Cyclus gleich im ersten Jahr der 87sten Olympiade würde von der Verlegung des Jahranfangs der Athener vom Gamelion auf den Hekatombäon zu entnehmen seyn, wenn es nur so ausgemacht wäre, dafs dieselbe gerade damals wirklich statt gefunden hat, wie Dodwell und Corsini glauben. Sie stimmen mit Scaliger und Petau darin überein, dafs das archontische Jahr ursprünglich mit dem Gamelion um die Wintersonnenwende angefangen habe, besonders auf die Stellung des Schaltmonats sich gründend. Es war nämlich der vor dem Gamelion hergehende Posideon der Monat, den man im Schaltjahr verdoppelte, in frühern sowohl als in spätern Zeiten; denn beim Ptolemäus kommt eine Ol. 93, 3. im Monat Ποσειδεὼν πρότερος beobachtete Mondfinsternifs vor *), und in einer von Spon bekannt gemachten, in die Zeiten der Kaiser gehörenden Inschrift **) stehn in der Reihe der attischen Monate vor dem Gamelion ein Ποσειδεὼν α' und Ποσειδεὼν β'. Nun ist es, sagen sie, sehr wahrscheinlich, dafs man ursprünglich den Schaltmonat ans Ende und nicht in die Mitte des Jahrs gesetzt habe. Man kann dies einräumen, ob es gleich desfalls an einem bestimmten Zeugnifs mangelt. Ferner ist es ausgemacht, dafs wenigstens seit Ol. 87, 1. das archontische Jahr mit dem Hecatombäon angefangen hat. Denn Thucydides ***) bezeichnet die Zeit des Angriffs der Thebaner auf Platää, womit der peloponnesische Krieg begann, unter andern so, dafs er ihn auf den Anfang des Früh-

*) Almagest B. IV. S. 106 der alten und 278 der neuen Ausgabe. In der letztern ist μηνὸς Ποσειδεῶνος τοῦ προτέρου irrig übersetzt durch: *le premier jour du mois Posideon.*

**) Gron. *Thes. Antiq. Graec.* Vol. IV. p. 683. Cf. Corsini F. A. XI, 21, p. 271.

***) II, 2.

lings setzt, zwei Monat vor dem Abgange des Archonten Pythodorus — *Πυθοδώρου ἔτι δύο μῆνας ἄρχοντος Ἀθηναίοις ἅμα ἦρι ἀρχομένῳ.* Pythodorus war aber Ol. 87, 1. Archon eponymus. Hieraus folgt freilich nicht, daſs der Wechsel des Jahranfangs gerade unter ihm erfolgt seyn müsse, und es bedarf dazu eines ausdrücklichen Zeugnisses. Ein solches finden nun Dodwell und Corsini im Festus Avienus, bei welchem den obenangeführten Versen nachstehende vorangehn:

> *Nam qui solem hiberna novem putat aethere volvi*
> *Ut lunae spatium redeat, vetus Harpalus, ipsam*
> *Ocius in sedes momentaque prisca reducit;*

und diese folgen:

> *Sed primaeva Meton exordia sumpsit ab anno,*
> *Torreret rutilo cum Phoebus sidere cancrum.*

Hier soll das Wort *hiberna* und der durch *sed* angedeutete Gegensatz beweisend seyn. Allein nicht zu gedenken, daſs *hiberna* wol nur ein Stellvertreter von *anni* seyn könne, wie *hiemes* bei den Dichtern öfters, kommt mir die Sache aus folgendem Grunde nicht so klar vor, wie ihnen. Ist der Anfang des archontischen Jahrs unter Pythodorus vom Gamelion auf den Hecatombäon verlegt worden, so muſs sein Vorgänger Apseudes entweder 6 oder 18 Monat im Amt gewesen seyn. Für 6 Monat erklärt sich Dodwell, für 18 aus ungleich triftigern Gründen Corsini. Es bleibt mir aber immer bedenklich, daſs die griechischen Geschichtschreiber, z. B. Diodor, der die archontischen und Olympiadenjahre vor so wie nach Ol. 87, 1. ganz parallel fortlaufen läſst, bei diesem oder dem vorhergehenden Jahre nicht die für die Geschichte der Athener so merkwürdige Verlängerung oder Verkürzung des archontischen Jahrs bemerkt haben sollte. Ich glaube daher, daſs der Wechsel des Jahranfangs weit früher und zwar zu einer Zeit statt gefunden hat, wo noch wenig geschrieben wurde, und wo der Einfluſs Athens auf die übrigen Staaten Griechenlands noch minder bedeutend war.

Auf diesen Umstand also möchte ich gerade keinen Beweis für die Einführung der Enneadecaëteris im ersten Jahr der 87sten Olympiade gründen. Ich halte sie aber nichts desto weniger für gewiſs, besonders wegen der Art, wie sich Diodor über sie äuſsert, der, wenn das Jahr ihrer Ein-

führung ein späteres gewesen wäre, als das ihrer ersten Bekanntmachung, schwerlich unterlassen haben würde, solches zu bemerken *).

Ist dem aber also, so muſs die Wiederherstellung des metonschen Cyclus dem Geschichtsforscher überaus wünschenswerth seyn. An Versuchen deſsfalls fehlt es nicht. Allein die Nachrichten, die ihnen zur Grundlage dienen, sind dürftig, und lassen der Muthmaſsung einen groſsen Spielraum. Kein Wunder daher, daſs Scaliger, Petau und Dodwell (Corsini tritt dem letztern meistens bei) auf so ganz verschiedene Resultate gekommen sind. Wenn es anmaſsend scheint, mir nach solchen Vorgängern noch einen neuen Weg bahnen zu wollen, so mag mich die Wichtigkeit des Gegenstandes entschuldigen.

Meton benutzte die entweder von ihm selbst gemachte oder aus dem Morgenlande entlehnte Wahrnehmung, daſs der Mond in 19 tropischen Jahren 235 mal zur Sonne zurückkehrt, um einen Kalender zu entwerfen, der den Erscheinungen beider Himmelskörper genügte. Sei es, daſs er es nicht besser wuſste, oder den geringen Unterschied absichtlich vernachlässigte; er gab seinem Cyclus volle 6940 Tage, für die Sonne um 9 und eine halbe, für den Mond um 7 und eine halbe Stunde zu viel. Da 19 Jahre zu 12 Monaten nur 228 Monate halten, und da 235 Monate, abwechselnd voll und hohl genommen, nur 6933 Tage geben, so ist klar, daſs im Verlauf der Periode sieben Monate einzuschalten und sieben hohle Monate voll zu zählen waren. Es kommt also bei der Wiederherstellung des metonschen Canons darauf an, 1) die Folge der Schaltjahre auszumitteln, 2) das Princip zu finden, nach welchem die vollen Monate mit den hohlen gewechselt haben, und 3) den Canon gehörig an den Himmel zu knüpfen, d. i. die Epoche des ersten Cyclus oder den 1. Hecatombäon seines ersten Jahrs zu bestimmen. Ich mache mit der letztern Aufgabe den Anfang.

*) Hr. Böckh, dem ich diese Abhandlung vor dem Abdruck mitgetheilt habe, macht hier folgende Anmerkung. „Ob ich gleich die Freundschaft des Pericles und Meton mit keiner Stelle belegen kann, so halte ich sie doch für sehr wahrscheinlich. Pericles liebte alle Litteratur und Aufklärung, besonders auch über die Natur; sein Umgang mit Anaxagoras läſst schon schlieſsen, daſs er den Meton werde gesucht haben. Auch war er astronomisch aufgeklärt, wie die Geschichte beim Plutarch *vit. Pericl.* 35 beweist. Bei dem freundschaftlichen Verkehr beider ist aber die Einführung des metonschen Cyclus im Jahr Ol. 87, 1, wo Pericles Ansehn und Einfluſs den höchsten Grad erreicht hatte, um so glaublicher, zumal da Meton auch im Staate etwas galt; denn beim sicilischen Feldzug war ihm eine Befehlshaberstelle zugedacht. Plut. *Nicias* 13.

Diodor sagt beim vierten Jahr der 86sten Olympiade, wo Apseudes Archon war, Meton habe den Anfang seiner Enneadecaëteris mit dem 13. Skirophorion gemacht — τὴν ἀρχὴν ποιησάμενος ἀπὸ μηνὸς Σκιροφοριῶνος τρισκαιδεκάτης. Scaliger und Dodwell *) verstehn dies so, als sei Meton's erster Hecatombäon mit dem dreizehnten bürgerlichen Skirophorion nach der ältern Zeitrechnung zusammengetroffen. Eine solche Hypothese beim Scaliger zu finden, wird niemand befremden; denn nach seinem System haben die Volksmonate der Griechen durchgängig aus 30 Tagen bestanden und sich nur alle 4 Jahr einmal mit dem Monde ausgeglichen. Aber daſs Dodwell, der Petau's sonnenklare Widerlegung dieses Systems vor Augen hatte, noch eine so arge Verschiebung des attischen Volkskalenders für möglich halten konnte, ist völlig unbegreiflich.

Diodor's Worte können keinen andern Sinn haben, als folgenden: Meton fing seinen neunzehnjährigen Kalender, nicht aber seinen Cyclus, mit dem 13. Skirophorion des vierten Jahrs der 86sten Olympiade an. Nach Ptolemäus beobachtete er unter dem Archon Apseudes gemeinschaftlich mit Euctemon die Sommersonnenwende am Morgen des 21. Phamenoth oder 27. Junius des Jahrs 432 vor unserer Zeitrechnung **), wie es scheint, mit Hülfe des ἡλιοτρόπιον, das er nach dem Scholiasten des Aristophanes ***) unter eben diesem Apseudes zu Athen in der Pnyx errichtet haben soll. Traf nun der 27. Junius, der Tag der Sommersonnenwende, mit dem 13. Skirophorion zusammen, so stimmte dieser Monat, wie gleich näher erhellen wird, bis auf höchstens zwei Tage mit den Erscheinungen des Mondes überein.

Daſs aber Meton seinen neunzehnjährigen Kalender mit der Sommersonnenwende, fast drei Wochen vor der Epoche seines Cyclus, angefangen habe, erhellet aus einer Stelle des Aratus, die bis jetzt von keinem Ausleger genügend erklärt worden ist. Sie lautet also †):

- - - - - τὰ γὰρ συναείδεται ἤδη
Ἐννεακαιδέκα κύκλα φαεινοῦ ἠελίοιο,
Ὅσσα τ' ἀπὸ ζώνης εἰς ἔσχατον Ὠρίωνα
Νὺξ ἐπιδινεῖται, κύνα τε θρασὺν Ὠρίωνος.

*) *De Emend. Temp.* l. III. p. 76. (ed. 1629). *De Cyclis* III, 28. p. 174.

**) Almagest B. III. S. 62 der alten, S. 162 der neuen Ausgabe.

***) *Ad Aves* v. 998.

†) *Διοσημεῖα* v. 20.

„allgemein bekannt sind die neunzehn Kreise der glänzenden Sonne und alle die Erscheinungen, die vom Gürtel des Orion bis zu seinem letzten Stern und dem kühnen Hunde des Orion (d. i. dem Sirius) die Nacht im Kreislauf herbeiführt.“ Offenbar will hier der Dichter die erste und letzte Erscheinung nennen, die er in dem metonschen Parapegma aufgezeichnet fand, dessen Einrichtung keine andere gewesen seyn kann, als die, daſs durch alle neunzehn Jahre des Cyclus den attischen Monaten die Feste, die Sonnenwenden, Nachtgleichen und die ausgezeichnetsten Fixsternerscheinungen beigeschrieben waren. Der Gürtel des Orion ging zu Meton's Zeiten über den Horizont Athens heliacisch auf, wenn sich die Sonne im neunten Grade des Krebses befand. Der Frühaufgang desselben war also vermuthlich die erste Erscheinung, die er, von der Sommersonnenwende oder dem Eintritt der Sonne in den Krebs ausgehend, in sein Parapegma eingetragen hatte. Ἐσχατὸν Ὠρίωνα halte ich für den Stern κ am rechten Knie, der unter allen dieses Bildes zuletzt aufging, und zwar, wenn die Sonne im 19ten Grade des Krebses war. Da nun das erste Jahr des ersten, mithin auch des zweiten Cyclus, beinahe drei Wochen nach der Sommersonnenwende seinen Anfang nahm; so muſs der Frühaufgang dieses Sterns die letzte im neunzehnten Jahr bemerkte Erscheinung gewesen seyn. Besonders wichtig war den Griechen der Aufgang des Sirius, der ihnen den Anfang der ὀπώρα, oder der heiſsesten Jahrszeit bezeichnete. Dieser erfolgte nach meiner Berechnung für Meton's Zeit und Horizont im 28sten, nach seiner eigenen uns von Geminus aufbewahrten Angabe aber im 25sten Grade des Krebses, also zwischen dem 10ten und 13ten Tage des Hecatombäon im ersten Jahr des Cyclus. Um also auch noch diese Erscheinung mitzunehmen, wird er ein paar Tage über das neunzehnte Jahr hinausgegangen seyn, so daſs sein neunzehnjähriges Parapegma einige Wochen vor dem ersten Jahr anfing und einige Tage nach dem Schluſs des letzten endigte.

Um die Epoche des Cyclus selbst zu erhalten, kommt es darauf an, auszumitteln, auf welches Datum des julianischen Kalenders Meton den ersten Neumond nach der Sommersonnenwende im Jahr 432 vor unserer Zeitrechnung gesetzt hat. Zuvörderst erinnere ich, daſs bei den Athenern der Tag der Zusammenkunft des Mondes mit der Sonne ἕνη καὶ νέα, der alte und neue, hieſs, als zugleich angehörig dem zu Ende gehenden und dem beginnenden Monat, wie Plutarch im Leben des Solon sagt,

sagt *). Stimmte der Monat mit dem Himmel überein, so war dies allemal sein letzter Tag, auch τριακάς, der dreifsigste, selbst dann genannt, wenn er nur 29 Tage hatte. Der erste Monatstag erhielt seinen Namen Νουμηνία daher, weil sich an ihm in der Regel den Athenern die Mondsichel zuerst in der Abenddämmerung zeigte. Da also ihre Monatstage durch die Phasen des Mondes bestimmt wurden, so war es natürlich, dafs sie den bürgerlichen Tag mit Sonnenuntergang anfingen, wie dies auch Plinius, Censorinus, Macrobius **) und andere versichern.

Nun finde ich nach den Zachschen Sonnen- und Mayer-Masonschen Mondtafeln, dafs sich der wahre Neumond zu Athen 432 vor Chr. Geb. am 15. Jul. Ab. um 7 Uhr 15 Min. m. Z., gerade beim Untergange der Sonne ereignet hat. Ungefähr auf dasselbe Resultat mufs Meton gekommen seyn. Wir wissen zwar nicht genau, wie er gerechnet hat. Sein Verfahren kann aber in Ermangelung astronomischer Tafeln, die Hipparch, der Schöpfer der wissenschaftlichen Astronomie, zuerst entworfen hat, nicht wohl ein anderes gewesen seyn, als dafs er, von irgend einer Mondfinsternifs ausgehend, mit der mittlern Dauer des synodischen Monats von einem Syzygium zum andern fortrechnete. Sehr gelegen dazu kam ihm die totale Mondfinsternifs, die sich in demselben Jahr am 4. März ereignet hatte. Ihr Mittel traf nach obigen Tafeln unter dem Meridian Athens in mittlerer Zeit um 10 Uhr 12 Minuten Abends ein. Rechnet man nun von hier aus mit der Dauer des synodischen Monats, wie sie sich aus der Periode selbst zu 29 Tagen 12 Stunden 46 Minuten ergiebt, weiter, so erhält man eine Conjunction am 15. Julius um 7 Uhr 39 Minuten Abends, kaum eine halbe Stunde später, als auf dem geraden Wege.

Da sich also der Neumond an der Gränze des bürgerlichen Tages der Athener ereignete, und wir nicht bestimmt den Zeitpunkt kennen, auf den ihn Meton gesetzt hat, so kann es zweifelhaft scheinen, ob der Cyclus mit dem Abend des 15ten oder des 16. Julius anzufangen sei. Scaliger entscheidet sich für den funfzehnten, Petau und Dodwell wählen den sechzehnten. Glücklicherweise finden sich drei astronomische Beobachtungen im Almagest, die ein Moment zur Entscheidung darbieten. Denn wird der Canon nach den gleich zu entwickelnden Gründen construirt, so

*) S. 92, C.

**) H. N. II, 77. *De die nat.* c. 23. *Saturn.* I, 3.



fügen sich diese Beobachtungen, wie ich unten zeigen werde, nur dann bequem in ihn, wenn der erste Tag zur Epoche genommen wird. Ich trage daher kein Bedenken, den Anfang des ersten metonschen Cyclus auf den Abend des 15. Julius des Jahrs 432 vor unserer Zeitrechnung zu setzen, so dass ihr erstes Jahr das erste der 87sten Olympiade ist. Traf aber die Νεμηνία des Hecatombäon auf den 15. Julius, und entsprach der von Diodor erwähnte 13. Skirophorion dem 27. Junius, dem Tage der Sommersonnenwende, so wich, wie man sieht, die bürgerliche Zeitrechnung, die Meton vorfand, nur um einen, höchstens zwei Tage vom Himmel ab. Ein stärkeres Schwanken hat schwerlich je statt gefunden, wie schon aus folgenden Worten des Cicero erhellet *): *est consuetudo Siculorum ceterorumque Graecorum quod suos dies mensesque congruere volunt cum solis lunaeque ratione, ut nonnunquam, si quid discrepet, eximant unum aliquem diem, aut, summum, biduum ex mense, quos illi ἐξαιρεσίμους dies nominant: item nonnunquam uno die longiorem mensem faciant aut biduo.*

Ich komme nun zu dem zweiten Punkt meiner Untersuchung, zu der Frage, welche Jahre der Enneadecaëteris aus dreizehn Monaten bestanden haben? Geminus, der einzige Schriftsteller, der mit einiger Ausführlichkeit von ihr handelt, läſst uns hierüber im Dunkeln. Scaliger glaubt die Schaltmonate so ordnen zu müssen, daſs der 1. Hecatombäon nie über die Sommersonnenwende hinaus zurückwich **), und macht diesem Princip gemäſs gleich das zweite Jahr zu einem Schaltjahr. Es spricht dafür allerdings eine Stelle aus Plato's sechstem Buch *de legibus* ***), wo von dem Zusammentreten der neuen Archonten und dem Jahranfange nach der Sommersonnenwende — μετὰ τὰς θερινὰς τροπὰς — die Rede ist. Aber nicht zu gedenken, was Corsini erinnert †), daſs es Plato daselbst nicht mit den zu Athen wirklich bestehenden Formen, sondern mit einer von ihm ganz neu entworfenen republikanischen Verfassung zu thun hat, scheint mir aus seinen Worten nichts weiter gefolgert werden zu können, als daſs das attische Jahr damals in der Regel nach der Sommersonnenwende begonnen

*) *Actio II. in Verrem* l. II. c. 52.

**) *Canon Isag.* III. p. 227.

***) P. 767 *ed. Steph.*

†) F. A. II, 24.

hat. Man könnte dieser Stelle eine andere aus dem Theophrast entgegensetzen *), wo τῦ Σκιῤῥοφοριῶνος καὶ Ἑκατομβαιῶνος und πρὸ τροπῶν μικρὸν ἢ ὑπὸ τροπὰς als synonymische Zeitbestimmungen vorkommen. Ich lege aber eben so wenig Gewicht auf sie. Entscheidender ist es, daſs in der callippischen Periode, die eine bloſse Fortsetzung der metonschen war, der Anfang des Jahrs zuweilen vor dem Sommersolstitium eingetroffen seyn muſs. Ptolemäus führt nämlich eine von Timocharis am 8. Anthesterion des 47sten Jahrs der ersten callippischen Periode beobachtete Bedeckung der Plejaden vom Monde an **). Das beigesetzte ägyptische Datum giebt den 29. Januar 283 vor Chr. Geburt. Der Anthesterion hatte also in diesem Jahr am 22. Januar seinen Anfang genommen, und da es der achte attische Monat war, so überzeugt man sich leicht, welche Dauer man ihm und den vier folgenden auch beilegen mag, daſs der nächste Jahranfang vor der Sommersonnenwende, die damals auf den 26. Junius traf, statt gefunden haben müsse. Scaliger fühlt die Wichtigkeit dieses Arguments. Um es zu entkräften, macht er jenes 47ste Jahr zum Schaltjahr, und nimmt an, daſs Callippus den Schaltmonat von der Mitte des Jahrs an das Ende versetzt habe, so daſs in seinem Schaltjahr zwei Skirophorione statt zweier Posideone gerechnet worden wären. Allein diese Hypothese wird durch die einzige Bemerkung des Geminus entkräftet, daſs Callippus bei der Verbesserung des metonschen Cyclus in der Anordnung der Schaltmonate nichts geändert hat — τῇ τάξει τῶν ἐμβολίμων ὁμοίως ἐχρήσατο.

Petau ***) macht die Jahre 3, 6, 8, 11, 14, 17 und 19 zu Schaltjahren, ohne sich über die Gründe, die ihn dazu bestimmt haben, weiter als mit den wenigen etwas dunkeln Worten auszulassen: *situs embolimorum non alius, quam vulgaris, ac deinceps consensu omnium admissus exstitit.* Er zielt damit ohne Zweifel auf den 19jährigen erst lange nach Christi Geburt eingeführten Schaltcirkel der Juden und auf die Ostercirkel der Christen, die aber für den gegenwärtigen Fall unmöglich beweisend seyn können. Seine Hypothese wird geradezu durch den Almagest widerlegt †). Ptolemäus führt nämlich eine unter dem Archonten Euandros im ersten Po-

*) *Hist. Plant.* IV, 12.

**) Alm. l. VII, S. 169 der alten, S. 21 des zweiten Theils der neuen Ausgabe.

***) *De Doctr. Temp.* II, 13.

†) S. die oben S. 236. aus dem vierten Buch angeführte Stelle.

sideon zu Babylon beobachtete Mondfinsternifs an, die sich nach dem beigesetzten ägyptischen Datum in der Nacht vom 12ten zum 13. December des Jahrs 382 vor unserer Zeitrechnung ereignet hat. Es war dies das dreizehnte Jahr des metonschen Cyclus, das wir also zu den Schaltjahren zu zählen uns genöthigt sehn. Petau läugnet zwar ihren bürgerlichen Gebrauch, und meint, dafs sich die Beobachtung auf die Octaëteris beziehe. Ich hoffe aber, dafs nach dem, was ich oben hierüber gesagt habe, diese Einwendung von keinem Gewicht weiter seyn werde. Und wenn auch wirklich der neunzehnjährige Cyclus nicht in Athen eingeführt gewesen wäre, so würde ich mich doch nie überzeugen können, dafs der griechische Astronom, der jene Beobachtung von den Chaldäern entlehnte, zu ihrer Reduction auf eine seinen Landsleuten bekannte Zeitrechnung lieber die schwankende Octaëteris, als die ungleich zuverlässigere Enneadecaëteris gebraucht haben sollte.

Da Meton bei der Bestimmung der Schaltjahre durch keine Rücksicht weiter beschränkt wurde, als die, dafs der Anfang des Jahrs in der Nähe der Sommersonnenwende zu erhalten war, so ist es ungemein wahrscheinlich, dafs er in den beiden ersten achtjährigen Zeiträumen seines Cyclus eben die Jahre wählte, an welche die Athener bei ihrer Octaëteris gewöhnt waren, das dritte, fünfte und achte, das eilfte, dreizehnte und sechzehnte, und dafs er den ganzen Cyclus mit einem Schaltjahr schlofs. Nur bei dieser Anordnung werden die Schwierigkeiten vermieden, denen Scaliger's und Petau's Hypothesen unterworfen sind. Ich nehme daher keinen Anstand, sie mit Dodwell für die richtige zu halten, zumal da sich die an attische Monate geknüpften Beobachtungen beim Ptolemäus und eine unten anzuführende Inschrift ganz ungezwungen in sie fügen.

Es ist mir nun noch übrig, das Princip zu erforschen, nach welchem Meton die vollen und hohlen Monate in seiner Periode geordnet hat. Ich fange damit an, dafs ich die dahin gehörige Stelle des Geminus, von der ich schon einige Bruchstücke angeführt habe, im Zusammenhange mittheile. „Da also, sagt er, nachdem er von den frühern Perioden gesprochen hat, die Octaëteris in allen Stücken fehlerhaft war, so haben die Astronomen Euctemon, Philippus und Callippus eine ganz andere Periode, die neunzehnjährige, aufgestellt. Sie beobachteten nämlich, dafs in 19 (Sonnen-) Jahren 6940 Tage und 235 Monate, die sieben einzuschaltenden mitgezählt, enthalten sind. Nach ihnen hat also das Jahr $365\frac{5}{19}$ Tage. Unter den 235

Monaten nahmen sie 110 hohl und 125 voll an, so daſs die Monate nicht abwechselnd voll und hohl werden, sondern zuweilen zwei volle Monate auf einander folgen. Dies bringt die Natur der Mondenmonate so mit sich, und fand in der Octaëteris nicht statt. Daſs sie aber unter den 235 Monaten gerade 110 hohl annahmen, geschah deſshalb, weil man, wenn alle Monate zu 30 Tagen gerechnet werden, 7050 Tage erhält, da doch die Periode nur 6940, also 110 Tage weniger zählt. Es sind mithin 110 Monate um einen Tag zu verkürzen. Und damit die auszumerzenden Tage möglichst gleichförmig vertheilt werden, dividirten sie 6940 durch 110, welches 63 giebt. Es muſs mithin in dieser Periode zwischen je 63 Tagen einer weggelassen werden. Nicht also etwa der letzte Monatstag, sondern der zwischen je 63 Tagen fallende — *ἡ διὰ τῶν ξγ´ ἡμερῶν πίπτουσα* — wird der auszumerzende — *ἐξαιρέσιμος* — genannt. In dieser Periode scheinen die Monate vortrefflich bestimmt und die Schaltmonate den Erscheinungen des Mondes gemäſs geordnet zu seyn." So weit Geminus! Was er noch hinzusetzt, betrifft die Verbesserung des metonschen Cyclus durch Callippus, wovon nachher.

Dodwell, der sich unter allen Chronologen am genausten an seine Worte gebunden hat, nimmt sie so, daſs er vom Anfange der Periode an jeden 63sten Tag, also, die Monate in der Regel zu 30 Tagen gerechnet, den dritten Tag des dritten, den sechsten Tag des fünften, den neunten Tag des siebenten, den zwölften Tag des neunten Monats u. s. w. zum *ἐξαιρέσιμος* macht. Nach ihm haben also die Athener beim Gebrauch des metonschen Cyclus im ersten Jahr keinen dritten Boëdromion, keinen sechsten Mämakterion, keinen neunten Gamelion, keinen zwölften Elaphebolion, keinen funfzehnten Thargelion, im zweiten Jahr keinen achtzehnten Hecatombäon u. s. w. gezählt. Callippus, nimmt er ferner an, habe bei seiner neuen Anordnung der Periode die Constructionsmethode in so fern geändert, daſs er zwar die Ordnung der hohlen Monate auf dieselbe Weise bestimmt, aber zum *ἐξαιρέσιμος* eben so, wie es früherhin in der Octaëteris geschehn, durchgehends die *δευτέρα φθίνοντος* oder den vorletzten Monatstag gemacht habe, so daſs dieser Tag in den hohlen Monaten nie gezählt worden sey.

Corsini *) kann nicht begreifen, warum Dodwell den Callippus in diesem Punkt von Meton hat abgehn lassen. Offenbar, um eine von

*) F. A. II, 17.

Proclus in seinen Anmerkungen zum Hesiodus *) gegebene Notiz in Ehren zu halten. Dieser Scholiast sagt nämlich: „Hesiodus fängt mit der τριακὰς, dem Tage der wahren Conjunction, an, welches bald der wirkliche dreifsigste Monatstag, bald der neun und zwanzigste ist, wenn der vorhergehende Tag weggelassen wird." Es kann seyn, dafs es Staaten in Griechenland gab, auf die diese Notiz pafst; nur Athen kann nicht dazu gehört haben. Denn Pollux, der in historischen Dingen mehr Autorität hat, als der Mathematiker Proclus, sagt uns **), dafs die Richter des Areopagus in jedem Monat drei Tage hinter einander ihr Amt verwaltet haben, an der τετάρτη, τρίτη und δευτέρα φθίνοντος.

Welcher Tag in den hohlen Monaten der Athener ἐξαιρέσιμος war, ist eine der schwierigsten Fragen in der ganzen griechischen Zeitrechnung. Alles wohl erwogen, ist Theodor Gaza's und Petau's Meinung, dafs sie den 21sten Tag in den vollen Monaten δεκάτη und in den hohlen ἐννάτη φθίνοντος genannt haben, noch immer bei weitem die wahrscheinlichste. Sie hat nicht allein das Beispiel der Römer für sich, die in diesem Punkt, so wie in der ganzen Einrichtung ihres Jahrs unter den Decemvirn, die attische Zeitrechnung zum Muster genommen haben müssen, sondern auch eine Stelle des Scholiasten zu den Wolken des Aristophanes, wo es heifst ***), dafs die Athener nach dem zwanzigsten Monatstag entweder ἐνδεκάτη φθίνοντος, oder δεκάτη, oder ἐννάτη, oder ὀγδόη gesagt haben, der Länge jedes Monats gemäfs. Eine ἐνδεκάτη und ὀγδόη konnte zwar in dem metonschen Cyclus nicht vorkommen, aber gar wohl in der frühern Octaëteris, wenn sie sich verschoben hatte, und durch Einschaltung oder Weglassung eines oder zweier Tage wieder mit dem Himmel in Uebereinstimmung zu bringen war. Die von Corsini †) aus der Rede des Demosthenes *de falsa legatione* angeführte Stelle ††), wo die δεκάτη φθίνοντος als die ὑστέρα des 20. Skirophorion angegeben wird, beweist allerdings gegen Petau, dafs dieser Monat nicht durchgehends

*) Opp. et dies v. 766.

**) Onom. VIII. 117.

***) Ad v. 1129.

†) F. A. II, 15.

††) S. Reiske's Ausgabe der griechischen Redner Th. I. S. 359.

hohl gewesen ist, aber keinesweges, daſs nicht in den hohlen Monaten auf den 20sten die ἐννάτη φθίνοντος gefolgt seyn könne. Demosthenes kann von einem Jahr sprechen, dessen Skirophorion 30 Tage hatte, und wirklich zeigt Corsini an einer andern Stelle *), daſs das Jahr Ol. 108, 2 gemeint ist, worin, als im zehnten des fünften metonschen Cyclus, der Skirophorion nach meinem Entwurf 30 Tage hielt. Ulpian macht zwar zu dieser Stelle des Redners folgende Bemerkung: „die Athener zählen nach dem 20sten die Monatstage in umgekehrter Ordnung, indem sie den 21sten δεκάτη, den 22sten ἐννάτη, den 23sten ὀγδόη und so fort bis zur τριακὰς hin nennen." Man sieht aber, daſs es ihm nur auf die Erläuterung der δεκάτη φθίνοντος im Text ankam, und daſs er nicht zu sagen nöthig hatte, wie es mit den hohlen Monaten gehalten wurde, was diesem unwissenden Scholiasten viel-leicht ganz entgangen seyn mag. Ich halte mich also von der Richtigkeit obiger Meinung überzeugt, bis man entscheidendere Stellen gegen sie bei-gebracht und irgend eine andere Hypothese über die Zählungsweise der Tage in den hohlen Monaten aufgestellt haben wird, bei der sich nicht ähn-liche Schwierigkeiten wie bei allen bisherigen finden.

Hiernach kann ich nun auch Dodwell's Ansicht von der Verthei-lung der exemtilen Tage im metonschen Cyclus nicht zur meinigen ma-chen. Durch die Worte des Geminus: δι' ἡμερῶν ἄρα ξγ' ἐξαιρέσιμον τὴν ἡμέραν ἄγειν δεῖ wird sie wol nicht nothwendig bedingt; denn sie scheinen nur den Monat, auf den der ἐξαιρέσιμος trifft, nicht aber seine Stelle in demsel-ben bezeichnen zu sollen, wie sie auch Dodwell bei der callippischen Periode nimmt. Es fragt sich aber, was δι' ἡμερῶν ξγ' eigentlich sagen soll? Wird damit jeder 63ste Tag des Cyclus vom Anfange hinein, oder jeder 64ste gemeint, mit andern Worten, soll das Intervall zwischen je zwei auf einander folgenden exemtilen Tagen 62 oder 63 ganze Tage betra-gen? Die Präposition διὰ erlaubt wol nur die letzte Erklärung, so wie auch die Sache selbst. Es kam nämlich darauf an, die hohlen Monate so zu vertheilen, daſs die Zusammenkunft des Mondes mit der Sonne den ganzen Cyclus hindurch auf der ἔνη καὶ νέα fixirt blieb. Meton sah, daſs er für den Cyclus 7050 Tage, 110 zu viel, erhielt, wenn er die Monate durchgängig voll rechnete, daſs er also eben so viele Monate hohl neh-men muſste. Um nun diese möglichst gleichförmig anzuordnen, begriff

*) F. A. III, 8.

er leicht, daſs er, da 110 von 7050 sehr nahe der 64ste Theil ist, von den 7050 Tagen jeden 64sten wegzulassen, mithin allemal denjenigen Monat hohl zu setzen hatte, auf den der auszumerzende 64ste Tag traf. Nahm er hingegen den 63sten, so kam er mit den 110 hohlen Monaten zu schnell zu Ende, und der Cyclus wich gegen seinen Schluſs hin um 3 Tage vom Himmel ab, die nur dadurch wieder eingebracht wurden, daſs 6 volle Monate auf einander folgten, wie dies das Schema beim Dodwell zeigt. In diesem Fall würde aber das Lob der genauen Uebereinstimmung mit dem Himmel, das Geminus der Enneadecaëteris ertheilt, schlecht begründet seyn. Ich zweifele daher nicht, daſs sich in seine Worte: „sie dividirten 6940 durch 110, welches 63 giebt," ein Fehler eingeschlichen hat, nicht durch seine Schuld, sondern durch die eines Abschreibers, der ihn zu verbessern glaubte. Denn wegen des δι' ἡμερῶν ξγ' schien der Quotient 64 in 63 verwandelt werden zu müssen, und war erst diese Aenderung gemacht, so folgte die des Dividendus 7050 leicht nach, indem dafür die kurz zuvor genannte Tagezahl der Periode 6940 gesetzt wurde, welche dem Quotienten 63 besser zusagte.

Nach den bisher entwickelten Gründen habe ich nun den metonschen Canon entworfen. Die erste Tafel stellt ihn, unabhängig von jeder andern Zeitrechnung, in sich selbst abgeschlossen dar. Die oben in horizontaler Linie stehenden römischen Ziffern bezeichnen die zwölf attischen Monate in ihrer jetzt hoffentlich von niemand weiter bezweifelten Folge: Hecatombäon, Metagitnion, Boëdromion, Pyanepsion, Mämakterion, Posideon, Gamelion, Anthesterion, Elaphebolion, Munychion, Thargelion, Skirophorion. Der Posideon kommt in den Schaltjahren zweimal vor, welches durch VI^{a} und VI^{b} angedeutet ist. Die erste vertikale Spalte zählt die 19 Jahre des Cyclus; den Schaltjahren ist ein B vorgesetzt. In der zweiten ist die Dauer eines jeden Jahrs bemerkt, wie sie aus den von mir angenommenen Principien folgt. Die dreizehn übrigen Spalten geben eine Uebersicht der Dauer sämmtlicher 235 Monate des Cyclus. Man sieht, daſs derselbe mit zwei vollen Monaten anfängt, und daſs in Zwischenräumen abwechselnd von sieben und acht paar Monaten, wovon der eine voll, der andere hohl ist, allemal zwei volle auf einander folgen. Die zweite Tafel vergleicht den metonschen

Canon

Canon durch die ersten acht Cykeln oder einen Zeitraum von 152 Jahren mit dem anticipirten julianischen Kalender. Jeder Cyclus zerfällt in vier Spalten, wovon die erste die Jahre desselben, die zweite die olympischen Jahre, die dritte die Jahre vor Christi Geburt und die vierte die Data des 1. Hecatombäon angiebt. Daſs diese Data nicht mit jedem Cyclus ohne alle Veränderung wiederkehren, hat seinen Grund theils darin, daſs die vierjährige julianische Schaltperiode dem neunzehnjährigen Cyclus incommensurabel ist, theils darin, daſs das metonsche Sonnenjahr 18′ 57″ mehr hält, als das julianische, wie sich leicht ergiebt, wenn man 6940 Tage, die Daten des Cyclus, durch 19 dividirt. Die Vergleichung weiter als bis zum Schluſs des achten Cyclus anzustellen, habe ich für unnöthig gehalten, weil es nicht wahrscheinlich ist, daſs die metonsche Zeitrechnung, wenn sie noch länger zu Athen bestand, ohne Verbesserung gebraucht worden ist; denn da der Cyclus in Ansehung des Mondes um sieben und eine halbe Stunde zu lang ist, so giebt er nach achtmaliger Wiederholung die Mondviertel bereits um 2 Tage zu spät, welchem auffallenden Fehler durch Verwandlung zweier vollen Monate in hohle begegnet werden muſste. Die Vergleichung läſst sich übrigens mit Hülfe der ersten Tafel leicht fortsetzen, so wie sich vermittelst derselben auch die Data des Anfangs der eilf übrigen in der Tafel nicht bemerkten Monate leicht ergeben. Nur muſs man nicht vergessen, daſs die metonschen Jahre zugleich mit denen der Olympiaden um die Sonnenwende und die bürgerlichen Tage der Athener mit Sonnenuntergang anfingen. Wenn also von den nach dem 1. Januar eintretenden Monaten des attischen Jahrs die Rede ist, so gehören sie nicht in das nebenstehende Jahr vor Chr. Geburt, sondern in das folgende, und wenn sich eine Begebenheit am Tage zugetragen haben soll, so ist nicht das julianische Datum zu nehmen, das nach der Tafel dem attischen entspricht, sondern das folgende.

Es ist zu bedauern, daſs kein einziges an ein attisches Datum geknüpftes Factum aus dem Zeitraum der ersten acht metonschen Cykeln bekannt ist, dessen julianisches Datum sich mit vollkommener Zuverlässigkeit ausmitteln lieſse. Ein solches Factum könnte als ein Prüfstein für den hier aufgestellten Canon dienen. Das Einzige, was dahin gezogen werden kann, sind drei astronomische Beobachtungen und eine Inschrift, wovon ich hier das Nähere folgen lasse.

Im Almagest werden drei von einem Ungenannten zu Babylon beobachtete Mondfinsternisse erwähnt *), deren Zeiten, vermuthlich zufolge einer spätern Reduction, theils durch ägyptische an die nabonassarische Aere geknüpfte Data, theils durch attische Monate und Archonten bestimmt sind. Die erste soll sich unter dem Archon Phanostratus im Posideon, die zweite unter demselben Archon im Skirophorion, und die dritte unter dem Archon Euandros im ersten Posideon ereignet haben. Die ägyptischen Data, deren Reduction keinem Zweifel unterliegt, zeigen, daſs die erste im Jahr 383 vor Chr. Geb. am Morgen des 23. Decembers, die zweite im folgenden Jahr am Abend des 18. Junius, und die dritte in demselben Jahr in der Nacht vom 12. zum 13. December eingetroffen ist. Diesen Datis entsprechen nach den beiden ersten Tafeln der 14. Posideon des zwölften Jahrs des dritten metonschen Cyclus (Ol. 99, 2.), der 14. Skirophorion desselben Jahrs, und der 14te des ersten Posideon im folgenden. Da sich nun die Mondfinsternisse an den vierzehnten Tagen der attischen Monate ereignen musten, wenn dieselben mit dem Himmel übereinstimmten, was von den metonschen im dritten Cyclus noch galt, so erhellet, daſs sich diese drei Beobachtungen in meinen Entwurf fügen, was weniger der Fall seyn würde, wenn ich statt des 15ten Julius den 16ten zur Epoche des ersten Cyclus angenommen hätte.

Ehe ich von der Inschrift reden kann, muſs ich zuvor Einiges von den Prytanien der Athener sagen **), einem für die Zeitrechnung wichtigen Gegenstande, den Scaliger, seiner falschen Theorie des griechischen Jahrs zufolge, ganz verwirrt hat.

Seit Clisthenes (Ol. 67, 1.) gab es in Athen zehn φυλαί, Stämme, aus denen jährlich je funfzig Männer, die sogenannten πρυτάνεις, gewählt wurden, welche zusammen den Rath der Fünfhundert bildeten. Die Besorgung der laufenden Staatsgeschäfte und der Vorsitz in den Volksversammlungen lag allemal den Prytanen der einzelnen Stämme in einer durch das Loos bestimmten Ordnung ob, so daſs jeder Stamm 35 oder 36

*) Buch IV. S. 105 und 106 der alten, S. 275, 76 und 78 der neuen Ausgabe.

**) Gröſstentheils nach Corsini, *F. A. diss.* II, 26 ff.

Tage am Ruder blieb. Diese Zeit hiefs πρυτανεία, und nach solchen Prytanien datirte man in allen öffentlichen Acten, indem man angab, an welchen Tagen der ersten bis zehnten Prytanie etwas verhandelt war. Suidas und Photius legen den vier ersten Prytanien 36, den übrigen 35, allen zusammen also 354 Tage bei, als so viel das Mondjahr der Athener hielt. Dies mag von einer gewissen Zeit richtig seyn. Allein aus einer in Ol. 92, 3. gehörenden Inschrift aus der Sammlung des Grafen Choiseul *) erhellet, dafs damals die vier letzten Prytanien 36 Tage hatten. Es wird darin aller zehn Stämme gedacht und etwas angeführt, was unter der Prytanie einer jeden geschah; dabei ist, wie immer, nach den Prytanien datirt, und bei den drei letzten der 36ste Tag genannt. Nach Ulpian **) sollen die zehn Stämme zusammen nur 350 Tage regiert haben, und die vier übrigen Tage des Jahrs, von ihm ἀρχαιρεσίαι genannt, der Wahl der Magistratspersonen gewidmet gewesen seyn. Allein dieser unwissende und leichtsinnige Scholiast, der überall Facta erdichtet, verdient keinen Glauben. Harpocration, der dem Aristoteles *de Republica Atheniensium* zu folgen pflegt, nimmt, ganz übereinstimmig mit jener Inschrift, Prytanien von 35 und 36 Tagen an, und erwähnt die ἀρχαιρεσίας gar nicht.

Das Jahr der Prytanen fing eben so, wie das der Archonten, mit dem Hecatombäon an. So verbindet Antiphon die πρώτη πρυτανεία mit dem Hecatombäon, und Demosthenes *contra Timocratem* erwähnt an mehreren Tagen desselben Monats der πρώτης Πανδιονίδος. Dodwell sagt ***) mit Recht: *forma anni civilis Atheniensium non aliunde melius cognoscitur quam a Prytaniis.* Wie die Prytanien mit den Monatstagen des attischen Jahrs zusammengehörten, ergiebt sich aus der jedesmaligen Dauer des Jahrs und seiner Monate. Im ersten Jahr des ersten metonschen Cyclus z. B. war die Uebereinstimmung folgende:

*) Mém. de l'Acad. des Inscript. Tome XLVIII. p. 337.

**) *Argum. in Demosth. Orat. contra Androtionem.*

***) *De Cyclis* I, 9.

Prytanien.	Anfang ihres Regiments.
I.	1. Hecatombäon.
II.	6. Metagitnion.
III.	11. Boëdromion.
IV.	17. Pyanepsion.
V.	22. Mämakterion.
VI.	28. Posideon.
VII.	5. Anthesterion.
VIII.	11. Elaphebolion.
IX.	18. Munychion.
X.	24. Thargelion.

Den letzten vier Prytanien sind hier, obiger Inschrift gemäſs, 36 Tage gegeben worden. Wie es im Schaltjahr mit den Prytanien gehalten wurde, sagt uns kein Alter. Nach Dodwell's wahrscheinlicher Hypothese, der auch Corsini beitritt, und die nun durch die gleich zu erwähnende Inschrift bestätigt wird, dauerte in einem solchen Jahr eine jede Prytanie 38 oder 39 Tage.

Es ist ein groſser Irrthum von Scaliger, wenn er glaubt *), daſs heute der eine Stamm, morgen der andere präsidirte, so daſs alle zehn in eben so vielen Tagen an die Reihe kamen und die Reihe dann wieder von vorn anfing. Diese Hypothese wird nicht bloſs durch die Choiseulsche und andere Inschriften, sondern auch durch folgende von Corsini citirte Stelle des Ammonius widerlegt: „das Jahr der Athener zerfiel in zehn Prytanien, in eben so viele, als es Stämme gab, und jeder Stamm regierte — ἐπρυτάνευεν — jährlich einmal."

*) *De Emend. temp.* II. p. 62. III. p. 229.

Ol. 118, 3. wurden aus den zehn alten Stämmen zwölf gemacht, und nun blieb jeder einen Monat am Ruder *). Auf die neue Einrichtung gehn die Worte des Etymologus: πρυτανεία ἀριθμὸς ἡμερῶν τριάκοντα, wenn nicht vielleicht, was der weitere Verfolg des Artikels wahrscheinlich macht, τριάκοντα πέντε zu lesen ist.

Die Inschrift nun, die mich zu dieser Erörterung veranlaſst hat, findet sich beim Chandler S. 50. St. XI. Sie fängt also an: ἐπὶ Νικοδώρου ἄρχοντος ἐπὶ τῆς Κεκροπίδος ἕκτης πρυτανείας, Γαμηλιῶνος ἑνδεκάτῃ, ἕκτῃ καὶ εἰκοστῇ τῆς πρυτανείας. Hier wird also der 26ste Tag der sechsten Prytanie mit dem 11. Gamelion verglichen, und zwar im dritten Jahr der 116ten Olympiade, wo Nicodorus Archon war. Es ist sogleich klar, daſs dieses Jahr ein Schaltjahr gewesen seyn müsse, weil sonst der 11. Gamelion einem viel frühern Tage der sechsten Prytanie entsprochen haben würde, und wirklich war Ol. 116, 3. oder das fünfte Jahr des siebenten metonschen Cyclus nach der von mir zum Grunde gelegten Hypothese ein Schaltjahr. Da nun das fünfte Jahr des Cyclus nach meinem Entwurf mit einem hohlen Monat anfing, und im Verlauf desselben die vollen Monate regelmäſsig mit den hohlen wechselten, so würde man, wenn man den fünf ersten Prytanien 38 Tage gäbe, mit dem 26sten Tage der sechsten nur bis zum 8. Gamelion gelangen. Es kommt also auf eine Hypothese an, durch welche der 26ste Tag der sechsten Prytanie um drei Tage tiefer ins Jahr geschoben wird, und eine solche ist, daſs die drei ersten Prytanien 39 und die übrigen sieben 38 Tage, mithin alle zusammen 383 Tage hielten, als so viele nach meinem Entwurf auf das fünfte Jahr des Cyclus gehen. Diese an sich nicht unwahrscheinliche Voraussetzung hat das obengedachte Zeugniſs des Suidas und Photius für sich, und man sieht, daſs sie, wenn sie gerade auch keinen Beweis für die Richtigkeit des von mir aufgestellten Canons geben kann, sich doch wenigstens bequem in ihn fügt. Gleicher Meinung ist Hr. Böckh, der mir diese Inschrift nachgewiesen hat.

Eine fernerweitige Prüfung des Canons würde darin bestehn, daſs man die attischen Data, die sich bei den griechischen Geschichtschreibern er-

*) Pollux Onom. VIII, 115.

wähnt finden, durch ihn auf die julianische Zeitrechnung brächte, und aus dem Zusammenhange der Begebenheiten und allen sie begleitenden Umständen die Richtigkeit oder Unrichtigkeit des Resultats der Reduction darthäte. Untersuchungen solcher Art muſs ich gelehrtern Geschichtsforschern überlassen.

Ich habe jetzt noch von der Verbesserung zu reden, die der metonsche Canon durch Callippus erfahren hat.

Dieser Astronom fand, wie Geminus sagt, daſs Meton das Sonnenjahr um $\frac{1}{76}$ eines Tages zu lang gesetzt habe. Er verkürzte demnach die Dauer von vier metonschen Cykeln um einen Tag, d. i. er führte eine 76jährige Periode — ἑκκαιεβδομηκονταετηρὶς — von 27759 Tagen ein, die zugleich auch besser mit dem Monde übereinstimmte. Denn dividirt man 27759 Tage durch die inzwischen eintreffenden 940 Mondwechsel, so erhält man für den synodischen Monat 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten $25\frac{1}{2}$ Sekunden, nur um 22 Sekunden zu viel. Die Dauer des zum Grunde liegenden Jahrs ist wieder die bei der Octaëteris gebrauchte von $365\frac{1}{4}$ Tagen.

Callippus lebte hundert Jahr später als Meton. Bis dahin war die Abweichung des neunzehnjährigen Cyclus vom Himmel bereits auf einen Tag angewachsen. Er hatte ihn also nicht bloſs zu verkürzen, sondern ihn zugleich auch aufs Neue mit den Monderscheinungen in Uebereinstimmung zu bringen.

Wir finden im Almagest eine ganze Reihe astronomischer Beobachtungen, welche an die Jahre der drei ersten callippischen Perioden geknüpft sind. Bei weitem die meisten geben zum ersten Jahr der ersten Periode das dritte Jahr der 112ten Olympiade oder 330 vor Christi Geburt. Nur ein paar scheinen ein anderes Epochenjahr anzudeuten, worauf indessen nicht zu achten ist, aus Gründen, die ich anderswo entwickelt habe *).

*) Historische Untersuchungen S. 216 ff.

Soll nun auch der Epochentag der ersten Periode bestimmt werden, so ist die Frage, auf welchen Zeitpunkt um die Sommersonnenwende des Jahrs 330 Callippus den Anfang des Hecatombäon gesetzt habe? Ohne Zweifel auf den Abend des 28. Junius. Denn die wahre Conjunction ereignete sich nach den obengedachten astronomischen Tafeln an diesem Tage zu Athen um 5 Uhr 34 Minuten Morgens m. Z., so daſs er, wie er auch gerechnet haben mag, die ἔνη καὶ νέα am 27. Junius und die νεμηνία am 28sten mit Sonnenuntergang begonnen haben muſs.

Das Jahr 330 war das achte des sechsten metonschen Cyclus. Da nun dieses nach meinem Entwurf mit dem 30. Junius anfing, so sieht man, daſs Callippus den 1. Hecatombäon um zwei Tage vorgeschoben hat.

In den Grundsätzen, nach denen Meton seinen Canon geordnet hatte, scheint er übrigens nichts geändert zu haben; wenigstens versichert dies Geminus von den Schaltmonaten: τῇ τάξει τῶν ἐμβολίμων ὁμοίως ἐχρήσατο. Man kann aber fragen, ob dies heiſsen soll: er machte in den vier neunzehnjährigen Cykeln, aus denen er seine Periode zusammensetzte, dieselben Jahre zu Schaltjahren, die Meton dazu gewählt hatte, das dritte, fünfte, achte u. s. w., oder: er ordnete in seiner Periode die Schaltjahre so, wie sie in der metonschen auf einander gefolgt seyn würden, wenn er dieselbe nicht unterbrochen hätte, so daſs z. B. sein erstes Jahr, welches, wie bemerkt worden, dem achten des sechsten metonschen Cyclus entsprach, gleich ein Schaltjahr wurde?

Letztere Erklärung nimmt Petau an, um einige Zeitbestimmungen beim Ptolemäus, von denen sogleich die Rede seyn wird, in seinen Entwurf des callippischen Canons zu zwängen, bei dem er seine oben als unrichtig verworfene Folge der Schaltjahre zum Grunde legt. Ich zweifele aber nicht, daſs die erste Erklärung die richtige ist, nicht bloſs weil diese Zeitbestimmungen sich dann bequemer in den Canon fügen, sondern auch weil sich Geminus sonst gewiſs anders ausgedrückt haben würde.

Dieser Voraussetzung gemäfs habe ich in der dritten Tafel den callippischen Canon, der bis auf die Verkürzung des letzten vollen Monats am Ende von je vier Cykeln ganz der metonsche gewesen seyn mufs, mit dem julianischen Kalender verglichen. Diese Tafel ist als ein immerwährender callippischer Kalender zu betrachten. Denn da die von Callippus zum Grunde gelegte Dauer des Sonnenjahrs mit der des julianischen übereintrifft und seine 76jährige Periode der julianischen Schaltperiode commensurabel ist, so kehren die Data des 1. Hecatombäon mit jeder Periode unverändert wieder. Es kommt also beim Gebrauch der Tafel nur darauf an, dafs man bei jedem Olympiadenjahr wisse, das wievielste es in der Periode ist. Dies ergiebt sich mit Hülfe folgender einfachen Regel: man ziehe das der callippischen Epoche zunächst vorangehende Olympiadenjahr, Ol. 112, 2, von dem gegebenen ab, bringe die ganzen Olympiaden, die man erhält, auf einzelne Jahre, und addire dazu die noch überschüssigen Jahre des Restes. Das Ergebnifs, wovon man nöthigenfalls 76 ein oder mehrere mal abzuziehen hat, bis es diese Zahl nicht mehr übersteigt, ist das gesuchte callippische Jahr. Um z. B. Ol. 140, 3. zu reduciren, hat man den Rest 28, 1. oder 113 einzelne Jahre. Wird hievon 76 abgezogen, so findet sich das 37ste Jahr der zweiten Periode. Für die Jahre vor Christi Geburt wird man sich leicht selbst eine Regel abstrahiren.

Zur Prüfung meiner Tafel dienen vier von **Timocharis** zu Alexandrien angestellte und von **Ptolemäus** aufbewahrte Beobachtungen von Fixsternbedeckungen. Die erste hat im 36sten Jahr der ersten callippischen Periode am 25. Posideon des Morgens, die zweite in demselben Jahr am 15. Elaphebolion des Abends, die dritte im 47sten Jahr am 8. Anthesterion des Abends, die vierte im 48sten Jahr am 6ten des zu Ende gehenden Mämakterion des Morgens statt gefunden *). Zu diesen Datis gehören nach der dritten mit der ersten

zu

*) Almagest Buch VII. S. 169, 170, 171 der alten Ausgabe und Th. II. S. 21, 23, 24 und 26 der neuen.

zu vergleichenden Tafel der 21. December 295 vor Christi Geburt, der 9. März 294, der 29. Januar und der 9. November 283, und eben diese Tage giebt die Reduction der von Ptolemäus beigefügten ägyptischen Monatstage. Ich muſs aber bemerken, daſs ich bei der letzten Beobachtung den Pyanepsion des Almagest mit dem Mämacterion vertauscht habe, da ich mich nach den Untersuchungen der Herren Buttmann und Barthélemy für vollkommen überzeugt halte, daſs der Pyanepsion zu keiner Zeit der fünfte attische Monat gewesen ist, der doch hier allein gemeint seyn kann.

Dodwell glaubt, daſs auch die Periode des Callippus in den bürgerlichen Gebrauch gekommen und zu Athen gleich mit ihrem ersten Jahr an die Stelle des metonschen Cyclus getreten ist, aber ohne allen Beweis, ja ohne Wahrscheinlichkeit. Callippus, aus Cyzicus gebürtig, machte seine astronomischen Beobachtungen nach einer am Schluſs des ptolemäischen Kalenders befindlichen Notiz im Hellespont (vermuthlich in seiner Vaterstadt, welche eigentlich an der Propontis lag). Er soll zwar nach Simplicius *) mit Aristoteles in litterarischem Verkehr gestanden und mit ihm gemeinschaftlich die Erfindungen des Eudoxus vervollkommnet haben; allein es ist nicht glaublich, daſs ein zu Athen fremder Privatgelehrter daselbst Einfluſs genug hatte, seiner Verbesserung des metonschen Cyclus gesetzliche Kraft zu verschaffen. Er entwarf, wie viele griechische Astronomen vor und nach ihm, zum Gebrauch des Landmanns und Seefahrers einen an das Sonnenjahr geknüpften Fixsternkalender, bei dem er den verbesserten metonschen Cyclus zum Grunde legte. Den praktischen Astronomen Griechenlands kam dieser Kalender sehr gelegen, um mit Hülfe desselben die Zeiten ihrer Beobachtungen bestimmt angeben zu können, und wir ersehn auch wirklich aus dem Almagest, daſs ihn auſser Timocharis noch Aristyllus, Aristarch und Hipparch gebraucht haben; allein die Verbesserung des me-

*) In l. II. *de coelo* sect. 46.

tonschen Canons durch Callippus hat, wenn mich nicht alles trügt, eben so wenig Eingang ins bürgerliche Leben gefunden, wie die Verbesserung des callippischen durch Hipparch. Was ich von der letztern an einem andern Orte gesagt habe *), mag ich hier nicht wiederholen.

*) Hist. Untersuchungen S. 219 ff.

Tafel .

Der metonsche Canon.

Jahre des Cyclus.	Tag-summen.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI^a	VI^b	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	355	30	30	29	30	29	30	—	29	30	29	30	29	30
2	354	29	30	29	30	30	29	—	30	29	30	29	30	29
B. 3	384	30	29	30	29	30	29	30	29	30	30	29	30	29
4	355	30	29	30	29	30	29	—	30	29	30	29	30	30
B. 5	383	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29
6	355	30	29	30	30	29	30	—	29	30	29	30	29	30
7	354	29	30	29	30	29	30	—	30	29	30	29	30	29
B. 8	384	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	30	29
9	354	30	29	30	29	30	29	—	30	29	30	29	30	29
10	355	30	30	29	30	29	30	—	29	30	29	30	29	30
B. 11	384	29	30	29	30	29	30	30	29	30	29	30	29	30
12	354	29	30	29	30	29	30	—	29	30	30	29	30	29
B. 13	384	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30
14	354	30	29	30	29	30	29	—	30	29	30	29	30	29
15	355	30	29	30	30	29	30	—	29	30	29	30	29	30
B. 16	384	29	30	29	30	29	30	29	30	30	29	30	29	30
17	354	29	30	29	30	29	30	—	29	30	29	30	30	29
18	354	30	29	30	29	30	29	—	30	29	30	29	30	29
B. 19	384	30	29	30	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29

Tafel II.

Vergleichung des metonschen Canons mit dem julianischen Kalender.

Erster Cyclus.				Zweiter Cyclus.				Dritter Cyclus.				Vierter Cyclus.			
Jahre des Cyclus.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.	Jahre des Cyclus.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.	Jahre des Cyclus.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.	Jahre des Cyclus.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.
1	Ol. 87, 1	432	15. Jul.	1	4	b. 413	15. Jul.	1	3	394	16. Jul.	1	2	375	16. Jul.
2	2	431	5. Jul.	2	Ol. 92, 1	412	5. Jul.	2	4	b. 393	5. Jul.	2	3	374	6. Jul.
B. 3	3	430	24. Jun.	3	2	411	24. Jun.	3	Ol. 97, 1	392	24. Jun.	3	4	b. 373	24. Jun.
4	4	b. 429	12. Jul.	4	3	410	13. Jul.	4	2	391	13. Jul.	4	Ol. 102, 1	372	13. Jul.
B. 5	Ol. 88, 1	428	2. Jul.	5	4	b. 409	2. Jul.	5	3	390	3. Jul.	5	2	371	3. Jul.
6	2	427	20. Jul.	6	Ol. 93, 1	408	20. Jul.	6	4	b. 389	20. Jul.	6	3	370	21. Jul.
7	3	426	10. Jul.	7	2	407	10. Jul.	7	Ol. 98, 1	388	10. Jul.	7	4	b. 369	10. Jul.
B. 8	4	b. 425	28. Jun.	8	3	406	29. Jun.	8	2	387	29. Jun.	8	Ol. 103, 1	368	29. Jun.
9	Ol. 89, 1	424	17. Jul.	9	4	b. 405	17. Jul.	9	3	386	18. Jul.	9	2	367	18. Jul.
10	2	423	6. Jul.	10	Ol. 94, 1	404	6. Jul.	10	4	b. 385	6. Jul.	10	3	366	7. Jul.
B. 11	3	422	26. Jun.	11	2	403	26. Jun.	11	Ol. 99, 1	384	26. Jun.	11	4	b. 365	26. Jun.
12	4	b. 421	14. Jul.	12	3	402	15. Jul.	12	2	383	15. Jul.	12	Ol. 104, 1	364	15. Jul.
B. 13	Ol. 90, 1	420	3. Jul.	13	4	b. 401	3. Jul.	13	3	382	4. Jul.	13	2	[illegible]	[illegible] Jul.
14	2	419	[illegible] Jul.	14	Ol. 95, 1	400	22. Jul.	14	4	b. 381	22. Jul.	14	3	[illegible]	[illegible] Jul.
15	3	418	11. Jul.	15	2	399	11. Jul.	15	Ol. 100, 1	380	11. Jul.	15	4	b. 361	11. Jul.
B. 16	4	b. 417	30. Jun.	16	3	398	1. Jul.	16	2	379	1. Jul.	16	Ol. 105, 1	360	1. Jul.
17	Ol. 91, 1	416	19. Jul.	17	4	b. 397	19. Jul.	17	3	378	20. Jul.	17	2	359	20. Jul.
18	2	415	8. Jul.	18	Ol. 96, 1	396	8. Jul.	18	4	b. 377	8. Jul.	18	3	358	[illegible] Jul.
B. 19	3	414	27. Jun.	19	2	396	27. Jun.	19	Ol. 101, 1	376	27. Jun.	19	4	b. 357	27. Jun.

Vergleichung des metonschen Canons mit dem julianischen Kalender.

Fünfter Cyclus.

Jahre des Cyclus.	Olympi. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.
1	Ol. 106, 1	356	16. Jul.
2	2	355	[illegible]6. Jul.
3	3	354	[illegible] Jun.
4	4	b. [illegible]	[illegible]3. Jul.
5	Ol. 107, 1	352	[illegible]3. Jul.
6	2	351	[illegible]1. Jul.
7	3	350	[illegible] Jul.
8	4	b. [illegible]	[illegible] Jun.
9	Ol. 108, 1	348	[illegible] Jul.
10	2	347	7. Jul.
11	3	346	27. Jun.
12	4	b. 345	15. Jul.
13	Ol. 109, 1	344	4. Jul.
14	2	343	23. Jul.
15	3	342	12. Jul.
16	4	b. 341	1. Jul.
17	Ol. 110, 1	340	20. Jul.
18	2	339	9. Jul.
19	3	338	28. Jun.

Sechster Cyclus.

Jahre des Cyclus.	Olympi. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.
1	4	b. 337	16. Jul.
2	Ol. 111, 1	336	[illegible] Jul.
3	2	335	25. Jun.
4	3	334	14. Jul.
5	4	b. 333	3. Jul.
6	Ol. 112, 1	332	21. Ju.
7	2	331	11. Ju.
8	3	330	30. Jun.
9	4	b. 329	18. Jul.
10	Ol. 113, 1	328	[illegible] Jul.
11	2	[illegible]	[illegible] Jun.
12	3	326	16. Jul.
13	4	b. 325	4. Jul.
14	Ol. 114, 1	324	23. Jul.
15	2	323	12. Jul.
16	3	322	2. Jul.
17	4	b. 321	20. Jul.
18	Ol. 115, 1	320	9. Jul.
19	2	319	28. Jun.

Siebenter Cyclus.

Jahre des Cyclus.	Olympi. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.
1	3	318	17. Jul.
2	4	b. 317	6. Jul.
3	Ol. 116, 1	316	25. Jun.
4	2	[illegible]	[illegible] Jul.
5	3	314	[illegible]4. Jul.
6	4	b. [illegible]	21. Jul.
7	Ol. 117, 1	312	11. Jul.
8	2	311	30. Jun.
9	3	[illegible]	[illegible] Jul.
10	4	b. [illegible]	[illegible] Jul.
11	Ol. 118, 1	308	2[illegible]. Jun.
12	2	307	16. Jul.
13	3	306	[illegible] Jul.
14	4	b. [illegible]	[illegible] Jul.
15	Ol. 119, 1	304	12. Jul.
16	2	303	2. Jul.
17	3	302	21. Jul.
18	4	b. [illegible]	9. Jul.
19	Ol. 120, 1	300	28. Jun.

Achter Cyclus.

Jahre des Cyclus.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombäon.
1	2	[illegible]	[illegible]7. Jul.
2	3	298	[illegible]7. Jul.
3	4	b. 297	25. Jun.
4	Ol. 121, 1	296	14. Jul.
5	2	295	[illegible]4. Jul.
6	3	294	22. Jul.
7	4	b. 293	11. Jul.
8	[illegible]	292	30. Jun.
9	2	[illegible]	[illegible]9. Jul.
10	3	290	[illegible]8. Jul.
11	4	b. 289	27. Jun.
12	Ol. 123, 1	288	16. Jul.
13	2	[illegible]	5. Jul.
14	3	286	24. Jul.
15	4	b. 285	12. Jul.
16	Ol. 124, 1	284	2. Jul.
17	2	283	21. Jul.
18	3	282	10. Jul.
19	4	b. 281	28. Jun.

Tafel III.

Vergleichung des callippischen Canons mit dem [illegible] Kalender.

Jahre der Per.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombaon.	Jahre der Per.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombaon.	Jahre der Per.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombaon.	Jahre der Per.	Olymp. Jahre.	Jahre vor Chr. Geb.	1. Hecatombaon.
1	Ol. 112, 3	330	28. Jun.	20	2	311	28. Jun.	39	Ol. 12[illegible]	292	[illegible] Jun.	58	4	b. 273	28. Jun.
2	4	b. 329	17. Jun.	21	3	310	18. Jun.	40	[illegible]	[illegible]	18. Jun.	59	Ol. 127, 1	272	17. Jun.
B. 3	Ol. 113, 1	328	6. Jun.	B. 22	4	b. 309	6. Jun.	B. 41	3	290	7. Jun.	B. 60	2	271	7. Jun.
4	2	327	25. Jun.	23	Ol. 118, 1	308	25. Jun.	42	4	[illegible]	[illegible] Jun.	61	3	270	26. Jun.
B. 5	3	326	15. Jun.	B. 24	2	307	14. Jun.	[illegible] 43	Ol. 12[illegible], 1	288	[illegible] Jun.	B. 62	4	b. 269	14. Jun.
6	4	b. 325	3. Jul.	25	3	306	3. Jul.	44	[illegible]	[illegible]	[illegible] Jul.	63	Ol. 128, 1	268	3. Jul.
7	Ol. 114, 1	324	22. Jun.	26	4	b. 305	22. Jun.	45	3	286	22. Jun.	64	2	267	22. Jun.
B. 8	2	323	11. Jun.	B. 27	Ol. 119, 1	304	11. Jun.	B. 46	4	b. 285	11. Jun.	B. 65	3	266	12. Jun.
9	3	322	30. Jun.	28	2	303	30. Jun.	47	Ol. 124, 1	284	30. Jun.	66	4	b. 265	30. Jun.
10	4	b. 321	18. Jun.	29	3	302	19. Jun.	48	2	283	19. Jun.	67	Ol. 129, 1	264	19. Jun.
B. 11	Ol. 115, 1	320	8. Jun.	B. 30	4	b. 301	8. Jun.	B. 49	3	[illegible]	9. Jun.	B. 68	2	263	8. Jun.
12	2	319	27. Jun.	31	Ol. 120, 1	300	27. Jun.	50	4	b. [illegible]	[illegible] Jun.	69	3	262	27. Jun.
B. 13	3	318	16. Jun.	B. 32	2	299	16. Jun.	B. 51	Ol. 125, 1	280	16. Jun.	B. 70	4	b. 261	16. Jun.
14	4	b. 317	4. Jul.	33	3	298	5. Jul.	52	2	279	5. Jul.	71	Ol. 130, 1	260	5. Jul.
15	Ol. 116, 1	316	23. Jun.	34	4	b. 297	23. Jun.	53	3	278	24. Jun.	72	2	259	24. Jun.
B. 16	2	315	13. Jun.	B. 35	Ol. 121, 1	296	13. Jun.	B. 54	4	b. 277	12. Jun.	B. 73	3	258	13. Jun.
17	3	314	2. Jul.	36	2	295	2. Jul.	55	Ol. 126, 1	[illegible]	1. Jul.	74	4	b. 257	1. Jul.
18	4	b. 313	20. Jun.	37	3	294	21. Jun.	56	2	275	21. Jun.	75	Ol. 131, 1	256	21. Jun.
B. 19	Ol. 117, 1	312	9. Jun.	B. 38	4	b. 293	9. Jun.	B. 57	3	274	10. Jun.	B. 76	2	255	10. Jun.

Ueber

die Zeitrechnung der Perser.

Von Herrn L. Ideler *).

Die Perser gebrauchen heut zu Tage mit allen übrigen Bekennern des Islams die arabischen Monate und die Aere der Flucht. Von einer eigenthümlichen Zeitrechnung konnte bei ihnen nur in der frühern Periode ihrer Selbstständigkeit die Rede seyn, vor dem Untergange der Dynastie der Sassaniden im siebenten Jahrhundert nach Christus. Aus diesem Zeitraum sind von ihnen keine schriftliche Denkmäler vorhanden, die durch Anquetil du Perron aus Indien gebrachten Zendbücher zum Theil vielleicht ausgenommen, welche jedoch über chronologische Gegenstände keine Auskunft geben. Wir werden also, wenn wir uns über die Zeitrechnung der alten Perser unterrichten wollen, die klassischen Schriftsteller, und falls uns auch diese ohne Belehrung lassen sollten, die arabischen und neupersischen zu befragen haben.

Bei den erstern findet sich in der That nichts weiter hieher Gehöriges als folgende gelegentlich angebrachte Notiz beim Curtius **): *magi proximi* (im persischen Heerszuge) *patrium carmen canebant. Magos trecenti et sexaginta quinque juvenes sequebantur, puniceis amiculis velati, diebus totius anni pares numero; quippe Persis in totidem dies descriptus est annus* — eine Stelle, auf die ich unten zurück kommen werde.

Bei diesem Mangel an Nachrichten gleichzeitiger Schriftsteller sehen wir uns auf die muhammedanischen beschränkt. Der älteste, meines Wis-

*) Vorgelesen den 12. Mai 1814.

**) l. III. c. 3.

sens, welcher von einer eigenen persischen Zeitrechnung redet, ist der im Anfange unsers neunten Jahrhunderts unter dem Chalifen Almamon lebende arabische Astronom Alfergani. Er berichtet uns im ersten Abschnitt seiner Sternkunde *), dafs die Perser ein bewegliches Jahr von 365 Tagen hatten, welches aus zwölf 30tägigen Monaten und fünf Ergänzungstagen bestand, dafs letztere zwischen dem achten und neunten Monat eingeschoben waren, dafs jeder Monatstag seinen eigenen Namen führte, und dafs die Jahre von der Regierung Jesdegird's, des letzten sassanidischen Königs, gezählt wurden.

Von dieser Zeitrechnung, die sich durch eine besondere Einfachheit empfiehlt, haben die meisten arabischen Astronomen bei ihren Beobachtungen und in ihren Tafeln Gebrauch gemacht, zumal da sie der altägyptischen, an die sie durch den Almagest des Ptolemäus gewöhnt waren, analog ist. Um sie derselben noch analoger und zugleich geschmeidiger zu machen, versetzte man späterhin die Ergänzungstage ans Ende des Jahrs. Hier fanden sie Ulug Beig **) und Schah Cheldschi ***) im funfzehnten Jahrhundert, die letzten namhaften Astronomen des Orients.

Wir wollen sogleich die Terminologie und das Technische dieser für die Geschichte der Sternkunde wichtig gewordenen Zeitrechnung kennen lernen. Die Namen der Monate und die Summen der am Ende eines jeden verflossenen Tage des Jahrs sind folgende †):

1)	فروردين	*Ferwerdîn*	30
2)	اردبهشت	*Ardbehescht*	60
3)	خرداد	*Chordâd*	90

*) S. 4 und 6 der Ausgabe des Golius.

**) *Epochae celebriores* p. 23.

***) S. das von Hyde (*Historia religionis veterum Persarum* p. 204) mitgetheilte Fragment seiner *Tabulae universales*.

†) Die Namen sind hier so geschrieben, wie sie Alfergani und Ebn Junis haben. Es kommen dabei mehrere Abweichungen vor. Für *Schahrir* lesen andere شهريور *Schahriwer*. Für *Mordâd* steht im Zend-Avesta *Amerdad*. Für *Asfendârmed* findet sich auch سفندارمذ *Sefendârmed* und سپندارمذ *Sependârmed*. Letztere Schreibart ist die persische.

4)	تير	*Tîr*	120
5)	مرداد	*Mordâd*	150
6)	شهرير	*Schahrîr*	180
7)	مهر	*Mihr*	210
8)	آبان	*Abân*	240
		Ergänzungstage	245
9)	آذر	*Ader* oder *Adser*	275
10)	دي	*Dei*	305
11)	بهمن	*Bahmen*	335
12)	إسفندارمذ	*Asfendârmed*	365

Werden die Ergänzungstage ans Ende des Jahrs gesetzt, so ändern sich die Tagsummen vom neunten Monat an auf nachstehende Weise:

9)	*Ader*	270
10)	*Dei*	300
11)	*Bahmen*	330
12)	*Asfendârmed*	360
	Ergänzungstage	365

Die bei den semitischen Völkern gebräuchliche und von ihnen zu uns übergegangene Eintheilung der Zeit in Wochen kannten die alten Perser nicht. Sie gaben dafür einem jeden Monatstage seinen eigenen Namen, der beim Datiren gewöhnlich statt der Zahl des Tages gesetzt wurde; wenigstens findet es sich so bei den orientalischen Astronomen. Diese Namen der Monatstage sind folgende *).

*) Ich gebe sie so, wie sie beim Alfergani lauten. Für *Hormas* findet sich auch هرمزد *Hormusd* oder اورمزد *Ormasd*. Für *Chor* und *Resch* steht im Zend-Avesta *Chorschid* und *Raschne-Rast*. Für جوش schreiben die Perser گوش *ghusch*; noch andere Abweichungen nicht zu gedenken.

1)	هرمز	*Hormus.*	16)	مهر	*Mihr.*
2)	بهمن	*Bahmen.*	17)	سروش	*Serûsch.*
3)	اردبهشت	*Ardbeheschet.*	18)	رش	*Resch.*
4)	شهریر	*Schahrîr.*	19)	فروردین	*Ferwerdîn.*
5)	اسفندارمذ	*Asfendârmed.*	20)	بهرام	*Bahrâm.*
6)	خرداد	*Chordâd.*	21)	رام	*Râm.*
7)	مرداد	*Mördâd.*	22)	باد	*Bâd.*
8)	دیبادر	*Deibâder.*	23)	دیبدین	*Deibadîn.*
9)	آذر	*Ader.*	24)	دین	*Dîn.*
10)	آبان	*Abân.*	25)	ارد	*Ard.*
11)	خور	*Chor.*	26)	اشتاد	*Aschtâd.*
12)	ماه	*Mâh.*	27)	آسمان	*Asumân.*
13)	تیر	*Tîr.*	28)	زامیاد	*Sâmjâd.*
14)	جوش	*Dschusch.*	29)	مارسفند	*Mâresfend.*
15)	دیبمهر	*Deibamihr.*	30)	انیران	*Anîrân.*

Man sieht, daſs unter den Namen der Monatstage die der Monate wiederkehren. Um Verwechslungen zu verhüten, verband man die übereinstimmigen Namen gewöhnlich mit den Wörtern ماه *mâh*, Monat, und روز *rûs*, Tag. So bezeichnet فروردینماه *Ferwerdînmâh* den ersten Monat und فروردینروز *Ferwerdînrûs* den neunzehnten Tag des Monats. Mit Ausnahme von *Hormus* und *Dei*, Prädikaten des höchsten Princips des Guten, sind sämmtliche Namen der Monate, so wie der Monatstage, von den *Jzeds* oder Genien entlehnt, die nach Zoroasters Religion das Reich des Hormus bilden und den einzelnen Monaten und Tagen vorstehen *). Jeder

*) S. Darstellung des Lehrbegriffs der alten Perser, Zend-Avesta nach der

der Tag war in dem Monat, dessen Name mit dem seinigen übereinkam, ein Festtag, z. B. der neunzehnte des ersten Monats, der zweite des eilften u. s. w. *). Der erste Tag des Jahrs hiefs نوروز *neurûs*, der neue Tag.

Die Ergänzungstage werden von den Arabern und arabisch schreibenden Persern المسترقة *elmusterike*, die verstohlnen, genannt, und von Alfergani mit dem persischen, ganz dem griechischen ἐπαγόμεναι entsprechenden, Worte اندرجاهات *enderdschâhât* **) bezeichnet. Auch sie hatten ihre eigenen Namen, die sehr abweichend geschrieben vorkommen. Bei dem ebengedachten Astronomen lauten sie wie folgt:

1) اهنذ *Ahnud.*

2) اشنذ *Aschnud.*

3) اسفندمذ *Asfendmed.*

4) اخشتر *Achschuter.*

5) وهشت وشت *Wahescht wascht* ***).

mit überall hinzugesetztem جاه *dschâh*, welches für das persische گاه *ghâh*, Zeit, steht.

Kleukerschen Bearbeitung Th. I. S. 15 ff.; vergl. mit Th. II. S. 286 ff. *Deibâder*, *Deibamihr* und *Deibadîn* sagen so viel als *Dei*, auf welchen *Ader*, *Mihr* und *Dîn* folgen. Bemerkenswerth ist es, dafs der erste, achte, funfzehnte und drei und zwanzigste Tag in fast gleichen Intervallen mit dem Namen des höchsten Wesens bezeichnet sind. Diese Einschnitte geben eine wochenähnliche Eintheilung.

*) S. das Fragment des Nidam-eddin beim Golius. Anmerkungen zum Alfergani S. 40.

**) Eigentlich اندرگاهان *endergâhân*, *tempora insiticia*. In dem Buche Izeschne der Parsen heifsen die Ergänzungstage *Ferwardian*. Zend-Avesta Th. I. S. 107. Nach Alfergani wurden die zehn Tage vom 26. *Abân* bis zum Schlufs der Ergänzungstage فروردیجان *Ferwerdidschân* genannt. Nach einem Citat beim Hyde (S. 248) sind sie von den alten Persern festlich begangen worden.

***) Den letzten Namen giebt Golius in seiner Uebersetzung blofs durch *Wahescht*, und in eben dieser Form erkennen ihn Meninski und Richardson an. Aber auch Abu'l-hassan Kuschjâr (B. I. S. 9 der Berl. Handschrift) hat وهشتوشت, welches den beigefügten Vocalzeichen zufolge *Wahischtauschet* gelesen werden mufs.

Die Aere, deren sich die orientalischen Astronomen bedienen, so oft sie nach persischen Monaten datiren, ist die jesdegirdische, تاريخ يزدجرد tārichi Jesdegird *), auch, zugleich mit der ganzen Zeitrechnung, تاريخ الفارس tārich elfārs oder تاريخ فارسي tārichi fārsi, die persische, genannt. Sie nimmt mit dem Regierungsantritt Jesdegird's, nicht, wie Scaliger, Petau und andere irrig sagen, mit seinem Tode ihren Anfang.

Jesdegird, der dritte seines Namens, Sohn des Scherijār und Enkel des Chosru Perwis, gelangte im Jahr 632 unserer Zeitrechnung auf den Thron der Sassaniden, den innere Zerrüttungen längst erschüttert hatten, und den er daher auch nur kurze Zeit gegen den fanatischen Eroberungseifer der Muhammedaner zu behaupten vermochte. Im Jahr 15 der Flucht oder 636 verlor er durch die entscheidende Schlacht bei Kadesije seine Hauptstadt Madâin mit dem gröfsten Theil seiner Staaten. Er irrte noch mehrere Jahre in den Provinzen am Oxus umher, bis er 651 durch Meuchelmord seinen Tod fand. Die Perser waren unterdessen von den Siegern zur Annahme des Islams gezwungen worden. Der Feuerdienst behielt nur wenige unter Druck und Verachtung lebende Anhänger, deren Abkömmlinge, die sogenannten Parsen oder Gebern, ihm noch jetzt im südlichen Persien und in Indien huldigen.

Hyde **) und Anquetil ***) versichern, dafs nach dem einstimmigen Zeugnifs der orientalischen Geschichtschreiber Jesdegird am Tage *Hormuz* im Monat *Ferwerdîn* des ersten Jahrs der nach ihm benannten Aere, also gerade mit dem Anfange derselben, zur Regierung gelangt ist. Abu'lhassan Kuschjâr sagt: „die Epoche der persischen Aere trifft auf einen Dienstag, und zwar auf den ersten Tag des Jahrs, worin Jesdegird König geworden ist. Es war dies der 22. *Rebî elewwel* des eilften Jahrs der Hedschra, oder der 16. Hasiran des 943sten Jahrs der seleucidischen

*) Ich spreche Jesdegird, nicht Jesdedscherd, der persischen Schreibart يزدگرد gemäfs.

**) S. 186.

***) Untersuchungen über das Zeitalter Zoroasters. Zend-Avesta B. I. Abth. I. S. 356 des Anhanges.

Aere*)." Die Reduction giebt den 16. Junius des Jahrs 632 unserer Zeitrechnung. Auf eben dieses Datum führt die Angabe des Alfergani, daſs der Zwischenraum zwischen der sehr genau bekannten Epoche des Nabonassar und des Jesdegird 1379 persische Jahre und 3 Monat betragen hat, mehrere ähnliche Bestimmungen bei Ulug Beig und andern nicht zu gedenken.

Da nun die Epoche der persischen Aere und die Form der Jahre, nach denen sie zählt, bekannt ist, so kommt es darauf an, ein leichtes Verfahren zur Reduction eines persischen Datums auf unsere Zeitrechnung zu entwickeln.

Das persische Jahr ist um einen Vierteltag kürzer als das julianische. Es weicht also der Anfang des ersten mit jedem vierten Jahr um einen Tag im letztern zurück, und zwar allemal zunächst nach einem julianischen Schalttage. Der 16. Junius, die Epoche der Aere, ist der 167ste Tag des Jahrs. Es verflieſsen mithin 4. 167 = 668 Jahre, ehe der *Neurûs* über den 1. Januar hinaus zurückgeht, und die Jahre 669 und 670 fangen in Einem Jahr unserer Zeitrechnung an, jenes am 1. Januar, dieses am 31. December. Hieraus folgt, daſs man die persische Jahrzahl um 631 oder 630 vergröſsern müsse, je nachdem sie kleiner als 670 oder gröſser als 669 ist, um das Jahr unserer Zeitrechnung zu finden, auf welches der *Neurûs* trifft. So nimmt das 347ste persische Jahr 631 + 347 = 978 und das 1186ste 630 + 1186 = 1816 nach Chr. Geb. seinen Anfang.

Um das Datum des *Neurûs* zu erhalten, dividire man die um 1 verminderte persische Jahrzahl durch 4 und ziehe den Quotienten ohne Rücksicht auf den Rest von 167 oder 168 ab, je nachdem das Jahr unserer Zeitrechnung, mit welchem der *Neurûs* zusammengehört, ein Gemein- oder ein Schaltjahr ist. Diese Regel gilt bis zum Jahr 669, dessen Anfang sich nach derselben am 1. Januar ergiebt. Von 670 an muſs die Jahrzahl um 2 vermindert und der Quotient der Division durch 4 von 167 + 365 = 532

*) واما التاريخ الفارسي فاوله يوم الثلثا اول يوم السنة التي ملك فيها يزدجرد وهو الثاني والعشرون من شهر ربيع الاول سنة احدى عشرة للهجرة والسادس (عشر) من حزيران سنة ثلث واربعين وتسع ماية لذي القرنين L. I., 6, 8 der Berliner Handschrift. Das in Klammern eingeschlossene Wort habe ich aus des Golius Noten zum Alfergani ergänzt, wo die Stelle S. 30 mit einigen Abweichungen angeführt wird.

oder von 168 + 365 = 533 abgezogen werden, je nachdem der *Neurûs* auf ein Gemein- oder ein Schaltjahr trifft. In beiden Fällen zeigt der Rest den laufenden Tag des julianischen Kalenders an, bis zu welchem der *Neurûs* zurückgewichen ist. Das julianische Datum ist dann noch, wenn von den Zeiten nach der Kalenderverbesserung die Rede ist, in das gregorianische zu verwandeln. Für die Jahre 347 und 1186, die, wie gezeigt worden, 978 und 1816 nach Christus anfangen, steht die Rechnung so:

978 ein Gemeinjahr.

$$347 - 1 = 346$$

$$\frac{346}{4} = 86$$

$$167 - 86 = 81$$

Der 81ste Tag des Gemeinjahrs ist der 22. März.

1816 ein Schaltjahr.

$$1186 - 2 = 1184$$

$$\frac{1184}{4} = 296$$

$$533 - 296 = 237$$

Der 237ste Tag des Schaltjahrs ist der 24. August alten oder der 5. September neuen Stils. Die bei dieser Rechnung nöthige Tafel der laufenden Tage des julianischen Jahrs findet man im vorhergehenden Bande der akademischen Schriften S. 110 des historisch-philologischen Theils.

Gravius giebt in seiner schätzbaren, mit großer Genauigkeit gearbeiteten Vergleichungstafel der vornehmsten orientalischen Aeren, die er seiner Ausgabe und Uebersetzung der *Epochae celebriores* des Ulug Beig angehängt hat, auch die Reihe der persischen Jahre mit Bemerkung des julianischen Datums und der Ferie oder des Wochentages des *Neurûs*.

Um endlich das Datum zu finden, dem irgend ein anderer Tag eines gegebenen persischen Jahrs entspricht, vermindere man den durch vorige Rechnung für den *Neurûs* gefundenen laufenden Tag des julianischen Kalenders um eine Einheit, und addire dazu sowohl die Tagsumme der verflossenen persischen Monate, welche obige Monatstafel giebt, als die Tage des laufenden, wo man dann noch, im Fall die Summe die Zahl der Tage des julianischen Jahrs übersteigt, entweder 365 oder 366 abzuziehn hat, je

nachdem der *Neurûs* auf ein Gemein- oder Schaltjahr trifft. Was sich ergiebt, ist der laufende Tag des julianischen Kalenders, der dem gegebenen persischen Datum zugehört. Es sei z. B. der 19. *Chordadmâh* 347, an welchem Ebn Junis eine Sonnenfinsterniſs zu Kahira beobachtet hat *), zu reduciren. Der *Neurûs* des 347sten persischen Jahrs ist, wie bereits gefunden worden, der 81ste laufende Tag des 978sten christlichen. 80 + 60 + 19 ist 159 und der 159ste Tag des julianischen Gemeinjahrs der 8. Junius. Die Beobachtung ist mithin am 8. Junius 978 angestellt worden.

Beim Gebrauch der Monatstafel muſs man wissen, ob der Beobachter die Ergänzungstage ans Ende des achten oder des zwölften Monats setzt. Von Ebn Junis gilt das erste. Golius führt nämlich eine Beobachtung der Schiefe der Ekliptik aus dem Werke dieses arabischen Astronomen an, welche „im 237sten Jahr des Jesdegird am dritten der fünf am *Abânmâh* hangenden Tage" gemacht worden ist **). Die Reduction giebt den 16. December 868.

Eine andere, wenn auch nicht bequemere, doch ihren Gründen nach noch leichter zu übersehende Methode zur Reduction eines persischen Datums auf unsere Zeitrechnung ist folgende: man multiplicirt die Zahl der verflossenen persischen Jahre mit 365, und addirt zum Produkt sowohl die Tagsumme der abgelaufenen Monate des gegebenen Jahrs, als die Tage des laufenden, nebst den 230639 Tagen unserer Aere, welche bis auf die Epoche der persischen verflossen sind. Die Summe giebt eine Anzahl Tage, welche auf unsere Jahre und Monate zu bringen sind. Es sei z. B. der 22. *Adermâh* des Jahrs 346, an welchem Ebn Junis eine Sonnenfinsterniſs beobachtet hat ***), zu reduciren. Die Rechnung steht so:

345 × 365 =	125925
Tage bis zum *Ader*	245
Tage im *Ader*	22
Absolutzahl	230639
Summe	356831

Wird diese Zahl durch 1461, die Tagsumme einer vierjährigen julianischen Schaltperiode, dividirt, so erhält man

*) *Notices et extraits des Manuscrits de la Bibliothèque du Roi* Tom. VII. p. 181, 82.

) Ebendaselbst S. 68. *) Ebendaselbst S. 179.

zum Quotienten 244
und zum Rest 347

Der Quotient mit 4 multiplicirt giebt 976. Man hat also 976 verflossene Jahre und 347 Tage des 977sten; die Beobachtung ist mithin am 13. December 977 angestellt worden, an welchem sich auch wirklich eine Sonnenfinsterniſs ereignet hat. Hr. Caussin, der Uebersetzer des Ebn Junis, schreibt den 12. December, wozu ihn das beigesetzte arabische Datum verleitet hat. Es muſs aber offenbar der 29. *Rebi elachir* des Jahrs 347 der Hedschra statt des 28sten gelesen werden, wie auch der zugleich bemerkte Wochentag lehrt, der ein Donnerstag gewesen seyn soll. Da nämlich die Epoche der persischen Aere ein Dienstag ist, so darf man nur die Zahl der von ihr abgelaufenen Tage durch 7 dividiren, wo dann

zu den Resten	1,	2,	3,	4,	5,	6,	0
die Ferien	3,	4,	5,	6,	7,	1,	2
oder	♂,	☿,	♃,	♀,	♄,	☉,	☾

gehören. Im vorliegenden Fall giebt 126192 durch 7 dividirt den Rest 3; der Wochentag ist mithin der Donnerstag.

Wollte man umgekehrt ein Datum der christlichen Aere auf die persische bringen, so würde man von der Gesammtzahl der Tage der ersten die Absolutzahl 230639 abzuziehn und den Rest auf Jahre und Monate der letztern zu bringen haben.

Hiebei ist noch die Frage zu beantworten, mit welcher Tagszeit die Perser ihren bürgerlichen Tag — in ihrer Sprache شبانروز *schebânrûs*, welcher Ausdruck ganz dem griechischen νυχθήμερον entspricht — begonnen haben? Unstreitig mit dem Aufgange der Sonne. Ein bestimmtes Zeugniſs kann ich deſsfalls zwar nicht beibringen. Da aber Alfergani sagt, daſs die Syrer und andere, welche ihre Zeit nicht, wie die Muhammedaner, nach den Mondwechseln ordnen, den bürgerlichen Tag von einem Aufgange der Sonne bis zum andern rechnen, und da die Astronomen des Orients, wie Ebn Junis, die persischen Data mit den syrischen und ägyptischen parallel fortlaufen lassen, so leidet es wol keinen Zweifel, daſs die alten Perser ihren bürgerlichen Tag, wie Plinius von ihren Nachbarn den Babyloniern sagt *), *inter duos solis exortus* genommen haben. Bei ihren

*) H. N. II. sect. 79.

Rechnungen fangen übrigens die orientalischen Astronomen, gleich den occidentalischen, den Tag mit dem Mittage an, wie dies unter andern Ulug Beig im ersten Kapitel seiner Epochae bemerkt.

Neben dem bisher beschriebenen beweglichen Jahr finden wir bei den Persern seit dem eilften Jahrhundert unserer Zeitrechnung ein festes Sonnenjahr von ähnlicher Form und gleichen Monatsnamen, von welchem, als einer merkwürdigen chronologischen Erscheinung, ich hier so ausführlich handeln muſs, als es mir die zu Gebot stehenden Hülfsmittel erlauben *).

Chardin sagt in seiner Reise nach Persien **): „Als im Jahr 465 der Hedschra der Sultan Dschelal-eddin gerade am Tage der Frühlingsnachtgleiche zur Regierung kam, so nahmen die Astronomen des Landes daher Gelegenheit ihm vorzustellen, daſs die Vorsehung dies so gefügt habe, damit er den uralten Gebrauch des persischen Volks, mit dem Anfange des Sonnenjahrs die Wiedererneuerung der Natur festlich zu begehn, wiederherstellen möge. Der König genehmigte den Vorschlag, und seitdem feiert man in Persien den Eintritt der Sonne in den Widder als ein bürgerliches Fest. Man nennt es *Neurusi sultani*, das königliche Neujahr, um es von dem Neujahrstage des muhammedanischen Jahrs zu unterscheiden. Die Astrologen begeben sich, prächtig gekleidet, in den königlichen Pallast oder in die Wohnung des Statthalters ein paar Stunden vor dem Aequinoctium, um den Augenblick desselben zu beobachten, welches mit einem Astrolabium auf einem erhabenen Orte geschieht, und auf ihr gegebenes Zeichen läſst man Artilleriesalven und eine rauschende Musik ertönen. Das Fest dauert gewöhnlich drei Tage, am Hofe acht, und es ist das einzige, das man auſser den am muhammedanischen Kalender haftenden religiösen feiert."

Soweit Chardin. Daſs den Persern der sultanische *Neurûs* ein Volksfest sei, versichern mit ihm übereinstimmig alle übrigen Reisebeschreiber. Was aber das historische Faktum betrifft, das zur Einführung oder Wiedererneuerung dieses Festes Anlaſs gegeben haben soll, so scheint es mir aus dem Grunde sehr zweifelhaft, weil die nach dem Sultan Dsche-

*) Zu diesen zähle ich nicht des Ludovici du Four de Longuerue Abhandlung *de anno Persarum*, die sich unter seinen *Dissert. de variis epochis et anni forma veterum orientalium* (Leipz. 1750, 4.) findet. Es ist eine ziemlich gehaltlose Compilation aus Golius und andern.

**) Tome II. p. 249 ff. d. n. A.

lal-eddin benannte Aere erst einige Jahre nach seiner Thronbesteigung ihren Anfang genommen hat.

Abu'l-fetah Melek-Schah, Sohn des Alp Arslan, von seinen Unterthanen unter dem Namen Dschelal-eddaulet we eddin, Ruhm des Staats und der Religion, proklamirt, war der dritte Sultan aus der Dynastie der Seldschuken von Iran, die von 429 bis 593 der Hedschra über den gröfsten Theil des jetzigen Persiens und einige benachbarte Länder geherrscht haben. Seine Staaten reichten von Antiochien bis Urkend in Turkistan. Er gelangte im Jahr 465 der Hedschra oder 1072 unserer Zeitrechnung zur Regierung, und starb im 20sten Jahr derselben mit dem Ruhm eines der ausgezeichnetsten Männer des Orients, den er mit seinem bis auf diesen Tag von den Dichtern und im Munde des Volks gepriesenen Vezier Nidam-elmulk theilt *).

Die Zeitrechnung, die nach ihm تاريخ جلالي *târîchid schelâli* oder ملكي *meliki* oder سلطاني *sultâni* heifst, findet sich meines Wissens bei keinem orientalischen Schriftsteller ganz befriedigend dargestellt. Die Umstände ihrer Einführung und ihres Gebrauchs liegen fast ganz im Dunkeln. Nur das Technische ergiebt sich ziemlich vollständig, wenn man zwei von Golius **) und Hyde ***) mitgetheilte Fragmente des Kotb-eddin und Schah Choldschi und das von ihr handelnde fünfte Kapitel der Epochae des Ulug Beig mit einander vergleicht. Das Wesentlichste, was man hier findet, ist Folgendes.

Acht Astronomen, unter denen Omar Cheijam auch als Dichter bekannt ist, vereinigten sich unter der unmittelbaren Theilnahme des Sultans Dschelal-eddin Melek-Schah zur Einführung einer neuen Zeit- und Jahrrechnung. Zur Epoche derselben wählten sie den 10. *Ramadan* 471 der Hedschra oder den 15. *Ader* 1390 der seleucidischen Aere oder endlich den 19. *Ferwerdînmâh* 448 seit Jesdegird, einen Freitag, d. i. den 15. März 1079 seit Christus, den Tag des Eintritts der Sonne in den Widder, und sie setzten fest, dafs der *Neurûs* allemal der Tag der Frühlingsnachtgleiche seyn solle. Die Jahre sind demnach wahre Sonnenjahre. Auch

*) S. Herbelot Art. Malekschah.

**) S. 32.

***) S. 209.

Auch die Monate sollten nach der ersten Bestimmung wahre Sonnenmonate seyn, indem man den Eintritt der Sonne in jedes Zeichen, also die Dauer eines jeden Monats, astronomisch berechnen wollte. Man fand es aber für die Verfertigung der Kalender bequemer, die Monate cyklisch zu nehmen, indem man einem jeden 30 Tage beilegte und die fünf überschüssigen Tage ans Ende des zwölften Monats setzte. So kommt also die Form der Monate mit der der alten persischen überein. Auch ihre Namen behielt man bei. Zum Unterschiede fügt man denselben die Wörter قديم *kadîm, alt,* und جلالي *dschelâli* bei, z. B. *Ferwerdînmâhi dschelâli.* Von vier zu vier Jahren werden sechs Ergänzungstage gerechnet. Da aber der Ueberschuſs des Sonnenjahrs über 365 Tage keinen vollen Vierteltag ausmacht, so läſst man die Einschaltung, wenn sie einigemal hintereinander auf das vierte Jahr getroffen ist, einmal auf das fünfte fallen.

Bei dieser Notiz drängen sich sogleich einem jeden, der sie aufmerksam erwägt, folgende Fragen auf: 1) was gab Veranlassung, gerade das Jahr 1079 unserer Zeitrechnung, das siebente von Melek-schah's Regierung, zur Epoche einer nach ihm zu benennenden Aere zu machen? 2) auf welche Weise hat man den Anfang des Jahrs bestimmt, durch eine feste Schaltmethode, oder durch jedesmalige Berechnung der Frühlingsnachtgleiche? 3) welcher Gebrauch ist von der ganzen Zeitrechnung gemacht worden?

Die erste Frage beantworten folgende Worte des Schah Choldschi: „zur Epoche des (ersten) Jahrs dieser Zeitrechnung oder des *Ferwerdînmâhi dschelâli* hat man einen Tag gewählt, mit dessen Anfange die Sonne zum Frühlingsnachtgleichepunkt gelangt ist, und dieser Tag war der 10. *Ramadân*“ u. s. w. *). Man sieht also, daſs die Epoche der dschelalischen Aere durch kein historisches, sondern durch ein rein astronomisches Factum bestimmt worden ist. Wie man den Augenblick der Frühlingsnachtgleiche gefunden hat, ob durch Beobachtung oder durch Rechnung, wissen wir nicht; vermuthlich auf letzterem Wege. Dem sei wie ihm wolle, gewiſs ist es, daſs sie sich im Jahr 1079 zu Ispahan, der Residenz der

*) Im Text steht, wie die Vergleichung mit den übrigen Datis zeigt, irrig der 9. *Ramadân*, es sei denn, daſs Schah Choldschi, gegen die Gewohnheit der orientalischen Astronomen, die Epoche der Hedschra nicht auf den 15ten, sondern auf den 16. Julius 622 gesetzt hat.

seldschukischen Sultane, mit dem Anfange des Tages ereignet hat. Ich finde nämlich nach den Zachschen Sonnentafeln, daſs sie unter dem Meridian dieser Stadt, 3 Stunden 18′ östlich von Paris *), am 15. März Morgens um 5 Stunden 55′ mittlerer Zeit, also unmittelbar vor Aufgang der Sonne, der Epoche des bürgerlichen Tages, eingetreten ist. Nach Ulug Beig haben einige die Aere um 3 Jahr früher, nämlich mit dem 5. *Schabân* des Jahrs 468 der Hedschra oder dem 13. März 1076, angefangen. Er verwirft aber diese Bestimmung, und mit Recht; denn die Frühlingsnachtgleiche, von der der Anfang der Aere, so wie aller ihrer Jahre, abhängt, traf 1076 nicht auf den 13ten, sondern auf den 14. März.

Was ferner den Punkt der Einschaltung betrifft, so läſst sich wol nach der Art, wie sich Kotb-eddin, Schah Choldschi und Ulug Beig darüber äuſsern, nicht bezweifeln, daſs der Anfang des Jahrs ursprünglich cyklisch, nicht astronomisch, bestimmt worden ist. Der erste sagt: „man ist darin übereingekommen, daſs die Einschaltung eines Tages, wenn sie sieben oder achtmal hintereinander im vierten Jahr statt gefunden hat, einmal auf das fünfte treffen soll.“ Heiſst dies, man hat erst siebenmal hintereinander nach vier und dann einmal nach fünf, ferner achtmal hintereinander nach vier und dann einmal wieder nach fünf Jahren, und so abwechselnd, also in 70 Jahren 17 Tage eingeschaltet, so wird, die mittlere Länge des Sonnenjahrs zu 365 Tagen 5 Stunden 48′ 48″ angenommen, in 1575 Jahren ein Tag zu viel gerechnet. Schah Choldschi drückt sich eben so aus. Ulug Beig dagegen spricht von einer sechs und siebenmal nach vier Jahren zu wiederholenden Einschaltung, woraus unter derselben Voraussetzung folgen würde, daſs man alle 62 Jahre 15 Tage eingeschaltet hätte, welches in 3487 Jahren einen Tag zu wenig giebt. Man sieht also, daſs schon in dieser Hinsicht die gregorianische Schaltmethode, die erst in 3600 Jahren um einen Tag vom Himmel abweicht, der dschelalischen vorzuziehn ist, ihre groſse Einfachheit nicht zu gedenken. Ich kann daher in Gatterer's Bewunderung des dschelalischen Jahrs nicht einstimmen. „Es ist dies, sagt er **), das beste bürgerliche Sonnenjahr unter allen, die jemals vorhanden gewesen sind. Zwar ist es, astronomisch angeschlagen, um einige Sekunden

*) Nach John Macdonald Kinneir's *Geographical Memoir of the Persian Empire* (London 1813) liegt Ispahan 51° 50′ östlich von Greenwich, welches den obigen Zeitunterschied giebt.

**) Abriſs der Chronologie S. 240.



länger, als das tropische Jahr nach heutiger Bestimmung; aber bürgerlich angewandt ist es ohne allen Fehler. Von dem gregorianischen ist es in der Einschaltungsart himmelweit verschieden; denn nicht immer, wie bei uns, wird der Schalttag alle vier Jahr beigefügt, sondern wenn man sechs oder siebenmal die Einschaltung in jedem vierten Jahr vorgenommen hat, so wird sie nachher einmal auf das fünfte verlegt. Also bleibt der Neurus beständig auf der Frühlingsnachtgleiche stehn, auf welche zuerst der Anfang dieses herrlichen Sonnenjahrs gesetzt worden ist. Welche Erscheinung! Mitten in Asien, in dem Reiche der seldschukischen Türken, ist schon ein halbes Jahrtausend vor Gregor XIII. ein besseres Sonnenjahr, als unser gregorianisches ist, eingeführt worden."

Ohne meine Erinnerung sieht ein jeder, der über das Wesen einer guten bürgerlichen Zeitrechnung nachgedacht hat, wie wenig dieses Lob der dschelalischen Schaltmethode begründet ist. Sie ist so verwickelt und auf eine Reihe Jahre vor- und rückwärts so schwer anzuwenden, daſs man ihr gewiſs bald die astronomische Berechnung des Jahranfangs vorgezogen haben wird. Geschah dies, so hatte man eine Zeitrechnung, die mit der kurz dauernden französisch-republikanischen in der Jahrform, so wie in der Bestimmungsart des Neujahrstages, völlig übereinkam, und bloſs darin von ihr abwich, daſs man in Persien das Jahr mit der Frühlings-, in Frankreich hingegen mit der Herbstnachtgleiche anfing.

Ulug Beig giebt eine Anleitung zu einer solchen Berechnung, die hier erklärt zu werden verdient. Er nimmt die mittlere Länge des Sonnenumlaufs, also die Dauer des dschelalischen Jahrs, zu 365 Tagen und 14^{-1} 33^{-2} 7^{-3} 32^{-4} Sexagesimaltheilen, d. i. zu 365 Tagen 5 Stunden 49′ und etwa 15″ an, und entwirft hiernach folgende Tafel der in ganzen dschelalischen Jahren enthaltenen Tage und Theilen von Tagen *).

*) Ich habe die Sexagesimaltheile auf die uns geläufigern Decimaltheile reducirt, von denen drei Stellen zu gegenwärtigem Behuf vollkommen genügen.

Jahre.	Tage.	Jahre.	Tage.	Jahre.	Tage.
1	365,243	10	3652,425	100	36524,253
2	730,485	20	7304,851	200	73048,507
3	1095,728	30	10957,276	300	109572,760
4	1460,970	40	14609,701	400	146097,014
5	1826,213	50	18262,127	500	182621,267
6	2191,455	60	21914,552	600	219145,521
7	2556,698	70	25566,977	700	255669,774
8	2921,940	80	29219,403	800	292194,028
9	3287,183	90	32871,828	900	328718,281
10	3652,425	100	36524,253	1000	365242,535

Soll nun ein Datum, es sei der seleucidischen, arabischen, jesdegirdischen oder christlichen Zeitrechnung, auf die dschelalische gebracht werden, so berechne man die bis auf das gegebene Datum einschl. verflossenen Tage der zugehörigen Aere, ziehe davon die zwischen den Epochen beider Aeren liegenden Tage ab, und verwandle den Rest nach vorstehender Tafel in Jahre und Monate, letztere zu je 30 Tagen gerechnet. Die übrig bleibenden Tage mit dem Decimalbruch, der noch für einen ganzen Tag genommen wird, geben dann den laufenden Tag des laufenden Monats der dschelalischen Aere. Ihre Epoche ist der 15. März 1079. Sie fängt also später an als

die seleucidische	um	507497	Tage
die arabische	um	166797	—
die jesdegirdische	um	163173	—
die christliche	um	393812	—

Es sei z. B. der heutige 12. Mai neuen oder 30. April alten Stils unsers 1814ten Jahrs auf die dschelalische Zeitrechnung zu bringen. Man dividire 1813, die Zahl der verflossenen Jahre, durch 4, so erhält man zum Quotienten 453 und zum Rest 1. Den Quotienten, der die Zahl der abgelaufenen julianischen Schaltperioden bezeichnet, multiplicire man mit 1461

und addire zum Produkt 365 Tage für den Rest 1 und die bis zum 30. April einschl. abgelaufenen 120 Tage. Von der Summe, welche 662318 beträgt, ziehe man das Epochenintervall 393812 ab, so bleiben 268506 Tage zu reduciren übrig. Dies geschieht nach der Tafel also:

268506		
255669, 774	=	700 Jahr
12836, 226		
10957, 276	=	30 —
1878, 950		
1826, 213	=	5 —
52, 737		
30	=	1 Monat
22, 737		

Man findet also 735 Jahr 1 Monat und 23 Tage oder den 23. *Ardbeheschtmâh* des Jahrs 736.

Diese Rechnung kann, wie Ulug Beig bemerkt, um einen Tag schwanken. Hat man daher durch sie das dschelalische Datum vorläufig bestimmt, so muſs man, um es genau zu erhalten, für den Tag, auf den der zurückgerechnete 1. *Ferwerdînmâh* trifft, den Ort der Sonne suchen, und wenn sich dann ergiebt, daſs sie nicht an demselben Tage, sondern am vorhergehenden oder nachfolgenden, in den Widder getreten ist, so hat man dem gemäſs das gefundene Datum zu berichtigen. Im gegenwärtigen Fall, wo der 23. *Ardbeheschtmâh* dem 12. Mai entspricht, findet sich für den *Neurûs*, der allemal der Tag der Nachtgleiche seyn muſs, der 21. März, und da die Sonne dieses Jahr unter dem Meridian von Ispahan wirklich am 21. März, nämlich um 8 Uhr 59′ Vormittags, in den Widder getreten ist, so behält man das durch die vorläufige Rechnung gefundene Datum unverändert bei.

Hier ist die Frage, welche Tageszeit den Anfang des dschelalischen Jahrs bestimme? Schah Choldschi sagt: „die vier Jahrszeiten beginnen mit dem Eintritt der Sonne in die entsprechenden Himmelszeichen. Erfolgt dieser Vormittags, so nimmt man für ihren Anfang denselben Tag, hinge-

gen den folgenden, wenn der Eintritt erst Nachmittags statt findet. Was insbesondere den Anfang des Frühlings und des sultanischen *Neurûs* betrifft, so ist dies allemal der Tag, dessen Mittag dem Eintritt der Sonne in den Widder zunächst folgt *)."

Auf eine ganz ähnliche Weise verfährt man, wenn ein dschelalisches Datum auf eine der übrigen Aeren zu bringen ist. Ulug Beig bemerkt ganz richtig, daſs man dabei nur dann ganz sicher gehe, wenn zugleich der Wochentag gegeben ist. Denn hat man die Tagsumme der dschelalischen Aere vermittelst der Tafel gefunden, so kann solche um einen Tag schwanken. Man prüft sie dann durch die gegebene Ferie. Die Epoche der Aere ist nämlich ein Freitag. Dividirt man also die Tagsumme durch 7, so gehören

zu den Resten	1,	2,	3,	4,	5,	6,	0
die Ferien	6,	7,	1,	2,	3,	4,	5
oder	♀,	♄,	☉,	☾,	♂,	☿,	♃

Weicht nun die so gefundene Ferie von der gegebenen um einen Tag ab, so muſs man zuvörderst die Tagsumme berichtigen, ehe man weiter rechnet. Auch für diesen Fall stehe hier ein Beispiel. Welchem Tage unserer Zeitrechnung entspricht der 1. *Ferwerdînmâhi dschelâli* des Jahrs 609, ein Freitag? Nach der Tafel sind:

600 Jahr = 219145,521 Tagen
8 — = 2921,940 —

Wird der Decimalbruch für einen ganzen Tag genommen und noch ein Tag für das beginnende 609te Jahr gerechnet, so hat man die Tagsumme 222069, welche bei der Prüfung durch die Ferie richtig befunden wird. Addirt man das Epocheninterball 593812, so ergeben sich in Allem

*) Die letzten Worte lauten im Persischen also: اول فصل بهار ونوروز سلطاني آن روز بود كه در نصف النهار آن روز آفتاب در حمل رفته باشد *Initium veris et neuruz sultanei est dies, in cuius meridie sol in arietem ingressus est*, nicht, wie Hyde S. 211 übersetzt, *ingreditur*, welches einen falschen Sinn giebt.

625881 auf unsere Zeitrechnung zu bringende Tage. Das Resultat ist der 11. März alten oder 21. März neuen Stils des Jahrs 1687.

Was endlich noch den Gebrauch anlangt, der von der dschelalischen Zeitrechnung gemacht worden ist, so wissen wir davon wenig bestimmtes. Ich zweifele aber nicht, ob ich gleich kein ausdrückliches Zeugniſs dafür anführen kann, daſs man sich ihrer während der Herrschaft der seldschukischen Sultane bei Erhebung der Staatsgefälle und andern von den Zeiten des Sonnenjahrs abhangenden Geschäften neben der arabischen Zeitrechnung wirklich bedient hat *). Bei den häufigen Staatsumwälzungen, wodurch Persien seitdem erschüttert worden ist, muſs sie zwar bald aufgehört haben, die öffentlichen Verhandlungen zu leiten; da man aber fortfuhr, den *Neurûs* zu feiern, so konnte sie nie ganz unter dem Volke erlöschen, zumal da man bei dem Gebrauch der durch alle Jahrszeiten wandernden arabischen Monate das Bedürfniſs, sich nach der Sonne zu orientiren, lebhaft fühlen muſste. Und wirklich treffen wir sie, wenn auch nicht bei den Geschichtschreibern, doch bei den Dichtern und andern Volksschriftstellern der Perser nicht selten an. Wenn z. B. Sadi in seinem Gulistan die Idee der schönsten Jahrszeit bei seinen Lesern mit wenig Worten erwecken will, so sagt er, es war der Anfang des *Ardbeheschtmâhi dschelâli* **). Auch erscheinen im Morgenlande fortwährend Kalender, welche die dschelalischen und syrischen Sonnenmonate mit den arabischen Mondenmonaten zusammengestellt enthalten und zeigen, in welchem Verhältniſs die letztern, nach denen man im gemeinen Leben gewöhnlich datirt, zu den Jahrszeiten stehn.

*) Hadschi Kalfa läſst dies ahnen, wenn er sich in der Einleitung zu seinen chronologischen Tafeln, wo er von verschiedenen Zeitrechnungen, und unter diesen auch von der dschelalischen, in der Kürze handelt, folgendermaſsen ausdrückt: „acht der vortrefflichsten Männer ihrer Zeit, unter andern Omar Cheijam und Abdurrahman Chazim, stellten dem Sultan Dschelal-eddin Melek-schah vor, daſs, wenn man von der bei der persischen Zeitrechnung gebräuchlichen Vernachlässigung des Schalttages abgehn und dagegen den griechischen (julianischen) einführen wollte, dies für die Einnahmen der Steuereinnehmer und für den Landesschatz vom gröſsten Nutzen seyn werde.“ S. Hrn. von Diez Denkwürdigkeiten von Asien Th. II. S. 395.

**) Vorrede S. 13 der Londner Ausgabe und S. 22 der des Gentius. Die Notiz, die dieser Herausgeber S. 547 vom dschelalischen Jahre giebt, enthält mehreres unrichtige.

Ein solcher Kalender ist es, den **Matthias Friedrich Beck** unter dem Titel: *Ephemerides Persarum per totum annum, juxta epochas celebriores Orientis, Alexandream, Christi, Diocletiani, Hegirae, Jesdegirdicam et Gelalaeam una cum motibus VII Planetarum* u. s. w. bekannt gemacht und erläutert hat *). Es sind darin die dschelalischen, syrischen, arabischen, jesdegirdischen und koptischen Monate neben einander gestellt, doch so, daſs die ersten die Hauptrolle spielen; denn es ist eigentlich ein vollständig durchgeführter dschelalischer Kalender für das 609te Jahr der Aere, vom 11. März a. St. 1687 bis dahin 1688. Nicht durchgängig ist der Verfasser den von den orientalischen Astronomen angenommenen chronologischen Principien gefolgt. Den *Neurûs* oder 1. *Ferwerdînmâh* hat er richtig auf den 11. *Adar* oder März gesetzt, indem der Mittag dieses Tages der erste nach dem Eintritt der Sonne in den Widder war. Aber der 11. *Adar* ist mit dem 7. *Dschemâdi elewwel* des Jahrs 1098 der Hedschra verglichen, da ihm doch nach der cyclischen Theorie der 8te entsprach. Mit dem 1. *Muharrem* kommt wieder alles ins Geleise, indem das gedachte Jahr, das 18te des arabischen Schaltcirkels, zum Gemeinjahr gemacht wird. Dem 609ten dschelalischen Jahr sind sechs Ergänzungstage statt fünf gegeben worden, wodurch der Anfang des 610ten auf den zweiten Mittag nach der Frühlingsnachtgleiche geschoben wird.

Gravius giebt in seiner obengedachten Vergleichungstafel der orientalischen Aeren auch die dschelalischen Jahre in einer Kolumne mit der Ueberschrift: *anni Epochae Gelalaeae solares ab aequinoctio verno, sive a meridie proxime sequenti ingressum solis in arietem in horizonte Chowarezmiorum.* Die letzten Worte beruhen auf einem Irrthum. Er hatte nämlich etwas von einem نوروز خوارزمشاهي *neurûsi chowâresmschâhi* gehört, den er mit dem *neurûsi sultâni* verwechselt. Jener trat achtzehn bis neunzehn Tage später ein als dieser. **Hyde** sagt **), er habe einen in Constantinopel verfertigten Kalender vor sich, worin beim 19. *Ferwerdînmâhi dscheláli* ange-

*) Aug. Vind. 1696, fol.

**) p. 211.

angemerkt stehe: *Neurûsi Chowâresmschâhi.* In dem Kalender bei Beck findet sich dasselbe beim 18ten. Ueber diesem *Neurûs* ruht ein tiefes Dunkel. Offenbar hat er seinen Namen von einem der Sultane aus der Dynastie von Chowâresm oder Châresm. Es ist dies eine bekannte Provinz, bei den Griechen Χωρασμίη genannt, in Osten des kaspischen Meers zu beiden Seiten des Oxus, welche während des zwölften und der ersten Hälfte des dreizehnten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung ihre unabhängigen Regenten gehabt hat, die fast alle den Titel Chowâresmschâh führten. Von einem derselben, wie Herbelot aus einer mir unbekannten Quelle berichtet *), von Dschelal-eddin Mankberni, dem letzten, hat jener *Neurûs* seinen Namen. Was zu seiner Einführung Anlaſs gegeben, und ob er mit einer eigenen Aere zusammengehangen hat, weiſs ich nicht.

Um mit wenig Worten zusammenzufassen, was hier bis jetzt über die Zeitrechnung der Perser gesagt worden ist, so treffen wir bei ihnen auſser dem arabischen Mondjahr, das sie mit allen Muhammedanern gemein haben, ein zwiefaches Sonnenjahr an, ein bewegliches, das allmählig alle Jahrszeiten durchlief, und ein festes, dessen Anfang für immer auf der Frühlingsnachtgleiche haftete. Das feste ist im eilften Jahrhundert seit Christus durch eine der julianischen ähnliche Einschaltung aus dem beweglichen entstanden, mit dem es im Uebrigen ganz übereinkam; das bewegliche finden wir von den orientalischen Astronomen schon seit dem neunten Jahrhunderte gebraucht. Unmöglich haben es diese gebildet. Die eigenthümlichen Namen seiner Monate und Monatstage, und die eigenthümliche nach einem Sassaniden benannte Aere, an die es geknüpft ist, zeigen allein schon, wenn es auch keine andere Beweise für seine frühere Existenz gäbe, daſs es sich aus den Zeiten vor Einführung des Islams herschreibt wo es ein bürgerliches gewesen seyn muſs.

Aus den im Eingange angeführten Worten des Curtius scheint zu folgen, daſs es schon zu Alexanders Zeiten im Gebrauch war. Allein wenn die alten Perser auch wirklich kein Jahr von gerade 365 Tagen, son-

*) Art. *Gélali.*

dern ein durch irgend eine Einschaltung fixirtes hatten, so würde darum die Zahl der Jünglinge, die im Heer des Darius den Magiern folgten, wol eben so wenig eine andere gewesen seyn, als die Art wie sich der Geschichtschreiber ausdrückt.

Und in der That hat sich unter den muhammedanischen Persern die Tradition erhalten, daſs ihre Vorfahren zu den Zeiten, wo sie sich noch zur Religion des Zoroaster bekannten, ein festes Sonnenjahr von einer besondern Einrichtung gehabt haben.

Aus religiosen Grundsätzen, sagt Nidam-eddin beim Golius *), mieden die Perser im Heidenthum, einen einzelnen Tag einzuschalten. Den Grund giebt Mesudi an. Sie unterschieden die Tage in glückliche und unglückliche, und scheuten sich durch Einschaltung eines einzelnen die letztern an die Stelle der ersten zu schieben. Auch stand nach Kotb-eddin, und allem was wir durch Anquetil von der Religion der Parsen wissen, ein jeder Tag unter dem Schutz eines besonders an ihm verehrten Genius, dergestalt, daſs man die ganze Oekonomie des Gesetzes zu verrücken geglaubt haben würde, wenn man einen Tag auſser der Ordnung eingeschaltet hätte. Und doch sollte das Jahr fixirt werden, weil die meisten Feste an bestimmte Jahrszeiten geknüpft waren. Wie man sich geholfen, lehren uns eben diese Schriftsteller und Schah Choldschi beim Hyde **). Das Jahr, sagen sie, war ganz von der Beschaffenheit, wie wir es bei den orientalischen Astronomen gebraucht finden, ein bewegliches Sonnenjahr von 365 Tagen, dessen Anfang dem des festen mit jedem vierten Jahr um einen Tag voreilte. Man schaltete daher alle 120 Jahr einen Monat von 30 Tagen ein, wodurch man den *Neurûs* immer zu demselben Tage des julianischen Jahrs zurückführte, von welchem er ursprünglich ausgegangen war, so daſs 120 persische Jahre ihrer Dauer nach mit eben so vielen julianischen übereinstimmten. Der Schaltmonat rückte jedesmal um einen Monat vorwärts,

*) S. 27 ff., wo auch die angezogenen Stellen des Mesudi und Kotb-eddin (von ihm gewöhnlich Philosophus Schirasita genannt) vorkommen.

**) S. 203.

so daſs er jetzt zwischen den ersten und zweiten, nach 120 Jahren zwischen den zweiten und dritten u. s. w. eingeschoben wurde, wo er dann allemal den Namen desjenigen Monats erhielt, dem er zunächst folgte. Er durchlief mithin in 12 mal 120 oder 1440 Jahren das ganze persische Jahr. Die Ergänzungstage wurden immer dem Schaltmonat angehängt, und folgten in den Gemeinjahren demjenigen Monat, von welchem der letzte eingeschaltete seinen Namen erhalten hatte.

Diese Schaltmethode bestand, wie jene Schriftsteller versichern, bis zum Untergange des Reichs der Sassaniden. Als der letzte derselben, Jesdegird, den Thron bestieg, war die Reihe des Einschaltens an den *Abânmâh* gekommen, mit dem nun die Ergänzungstage verbunden blieben; denn die Zeitrechnung hörte bald nachher auf, eine bürgerliche zu seyn, und niemand dachte weiter an die Einschaltung, welche die Astronomen selbst absichtlich vernachlässigt haben mögen, um das persische Jahr mit dem vom Ptolemäus gebrauchten ägyptischen übereinstimmig zu machen.

Nach dieser Darstellung hatten also die Perser vor Jesdegird eine zwiefache Schaltperiode, eine kleinere von 120 und eine groſse von 1440 Jahren. Letztere heiſst beim Kotb-eddin دور الكبس *dewr elkebs*, Schaltcyklus. Scaliger *) giebt ihr den persischen Namen سال كوداي, oder wie er hätte schreiben sollen, سال خدايي *sâli chodâjî*, das göttliche Jahr, welchen Ausdruck jedoch Hyde in keinem orientalischen Buche gefunden haben will. Nach dem Ferhengi dschihanghiri des Fachr-eddin wurde der Schaltmonat بهتركا *Bihterek*, der etwas bessere, genannt. Man glaubte, daſs er dem Könige, auf dessen Regierung er fiel, Glück und Auszeichnung bringe **).

Der *Abânmâh* ist der achte persische Monat. Hatte also der Schaltmonat seine Wanderung durch das persische Jahr mit dem ersten

*) *De Emend. Temp.* l. III. p. 208 und 293 der Genfer Ausgabe.

**) Hyde p. 207.

Monat angefangen und sie nach obigem Princip regelmäſsig fortgesetzt, so waren, als er bis zum *Abânmâh* vorgerückt war, seit dem Anfange des groſsen Schaltcyklus 8 mal 120 oder 960 Jahr verflossen, wie dies auch Kotb-eddin ausdrücklich bemerkt. Nimmt man nun an, daſs gerade mit Jesdegird's Regierungsantritt im Jahr 632 unserer Zeitrechnung die achte kleinere Schaltperiode zu Ende lief, so traf der Anfang der groſsen auf das Jahr 329 vor Christi Geburt, wo Alexander nach Darius Ermordung und Bessus Hinrichtung so eben zum ruhigen Besitz von Persien gelangt war. Fréret ist daher in seiner Abhandlung *Sur l'ancienne année des Perses* *) geneigt, dieses Anfangsjahr des Cyclus als die *époque précise du règne légitime et reconnu d'Alexandre sur la Perse* anzusehn.

Ich lege aber auf seine ganze Darstellung nicht den mindesten Werth. Denn nicht zu gedenken, daſs aus Kotb-eddin's und Schah Choldschi's Worten nichts weiter mit Sicherheit zu folgern ist, als daſs der Schaltmonat bis zum *Abânmâh* vorgerückt war, da die persische Zeitrechnung im bürgerlichen Gebrauch erlosch, ohne gerade mit Jesdegird's Regierungsantritt selbst dies Ziel erreicht zu haben **),

*) *Mém. de l'Acad. des Inscript.* Tom. XVI. p. 233 ff.

**) Der Kenner des Arabischen und Persischen urtheile hierüber selbst. Kotb-eddin äuſsert sich also: ولما جدد التاريخ ليزدجرد بن شهريار بن كسري كان قد انتهي الشهر الزايد الي آبانماه لمضي طس سنة من دور الكبس „als sich die Jahrrechnung mit Jesdegird ben-Scherijâr ben-Kesra erneuerte, war der Schaltmonat bereits zum Abânmâh vorgerückt, so daſs 960 Jahr von der Schaltperiode verflossen waren.“ Beim Schah Choldschi heiſst es: آن زمان كه مملكت بيزدجرد بن شهرياز بن كسري كه اخر ملوك عجم بود رسيد اتفاق چنان افتاده بود كه نوبت كبس بآبانماه رسيده بود „zur Zeit, als die Regierung an Jesdegird ben-Schehrijâr ben-Kesra, den letzten König von Persien, gelangt war, hatte sichs so getroffen, daſs die Reihe

dies nicht zu gedenken, sage ich, was ist auf das Zeugniſs von Schriftstellern unsers vierzehnten und funfzehnten Jahrhunderts zu bauen, wenn von so entfernten Zeiten die Rede ist, von denen sich schwerlich etwas mehr als eine dunkele Tradition zu ihnen fortgepflanzt hatte?

Freret geht in seinen Schlüssen noch weiter. Da nämlich Kotbeddin und andere den König Dschemschid zum Urheber der persischen Jahrform machen, was nichts weiter sagen soll, als daſs sie uralt ist — denn der fabelhafte Dschemschid ist für die Perser ein Numa Pompilius — so nimmt er daher Gelegenheit, mit der Einführung der persischen Schalteinrichtung noch eine ganze Periode von 1440 Jahren höher hinauf zu gehn und sie ins Jahr 1769 vor Christi Geburt zu setzen, ohne zu fühlen, wie unwahrscheinlich es ist, daſs in einer so entfernten Zeit schon das dieser Schaltperiode wesentlich zum Grunde liegende julianische Jahr bekannt gewesen seyn, und einerlei Jahrform und Schaltmethode sich dritthalb tausend Jahre lang, so viele Revolutionen des persischen Reichs hindurch, unverändert und in ununterbrochen regelmäſsigem Gebrauch erhalten haben soll.

Für mich hat Kotb-eddin's und Schah Choldschi's Darstellung des altpersischen Jahrs unüberwindliche Schwierigkeiten. Die Epoche der jesdegirdischen Aere trifft auf den Junius. War also der *Ferwerdîn* der erste Monat des festen, erst seit Jesdegird beweglich gewordenen, persischen Jahrs, so fiel der *Neurûs* auf den Sommer. Es deutet aber alles darauf hin, daſs das Neujahrsfest nicht bloſs seit Dschelal-eddin-Melek-schah, sondern seit den ältesten Zeiten um die Frühlingsnachtgleiche gefeiert worden ist. Ich citire zuerst einen Artikel aus Herbelot *), der wenigstens in so fern Aufmerksamkeit verdient, als er zeigt, was die Tradition im Orient über diesen Punkt besagt. „Neu-

des Einschaltens an den Abânmâh gekommen war.“ Die letzte Stelle ist etwas entscheidender als die erste, beweist aber doch auch nicht mit völliger Bestimmtheit, daſs Jesdegird gerade im Schaltjahr den Thron bestiegen hat, als worauf die ganze Kraft von Freret's Deduction beruht.

*) Art. *Nevrouz*.

rûs heißt bei den Persern der erste Tag des Jahrs, sowohl im alten Kalender, dem jesdegirdischen, als im neuen, dem dschelalischen. Die persischen Schriftsteller berichten, Dschemschid, ein König ihrer ersten Dynastie, der Pischdadier, habe die Feier des Neurûs angeordnet, welche noch bis jetzt bei den Persern gebräuchlich ist, ob sie gleich Muhammedaner sind und sich als solche des arabischen Mondjahrs bedienen müssen. Dieser erste Tag wurde auf den Anfang des Frühlings, den Eintritt der Sonne in den Widder, fixirt, daher man ihn auch öfters نوروز حمل *neurûsi hamal*, den N. des Widders, nennt, um ihn von dem نوروز ميزان *neurûsi mîsân*, dem N. der Wage, zu unterscheiden. Nach eben jenen Schriftstellern soll nämlich Feridun, aus derselben Dynastie, das Fest مهرگان Mihrghân angeordnet und es auf den Eintritt der Sonne in die Wage gesetzt haben."

Beweisender als das Zeugniſs der persischen Geschichtschreiber ist das der heiligen Bücher der Parsen, die unstreitig in eine ungleich frühere Periode gehören, wenn man sie auch in ihrer gegenwärtigen Gestalt nicht dem Zoroaster selbst beizulegen geneigt seyn wird. Nach diesen beziehn sich die altpersischen Feste sämmtlich auf gewisse groſse Begebenheiten und Erscheinungen in der Natur und Schöpfung, die durch die verschiedenen Jahrszeiten angedeutet werden. Die heiligsten von allen sind *Neurûs* und *Mihrghân* oder die Mithrafeier; jenes ist ein Frühlings-, dieses ein Herbstfest *).

Ueberdies scheint mir der Grundsatz, nach welchem die Religion Zoroasters nicht die Einschaltung eines einzelnen Tages erlaubt haben soll, eben so nothwendig auf die Einschaltung eines Monats angewendet werden zu müssen. Gleicher Meinung sind die Desturs oder parsischen Gelehrten in Kerman in einem von Anquetil **) bekannt gemachten Schreiben an die Desturs in Surate, datirt vom Tage *Bâd* des

*) S. Kurze Darstellung des Lehrbegriffs der alten Perser und ihres heiligen Dienstes. Zend-Avesta der deutschen Ausgabe Th. I. S. 50.

**) Kleukers Anhang zum Zend-Avesta Th. I. Abth. I. S. 351.

Abânmâh im Jahr 1111 seit Jesdegird oder vom 23. *Ardbeheschtmâh* 664 seit Dschelal-eddin, d. i. vom 12. Mai n. St. 1742. Die Parsen in Indien fingen damals und noch zwanzig Jahr nachher, als sie Niebuhr besuchte *), ihr Jahr um einen Monat später an, als ihre Glaubensgenossen in Kerman. Darüber werden sie von den Schreibern jenes Briefes zur Rede gestellt, welche diesen Zeitunterschied einer Einschaltung beimessen. „Der Unterschied eines Monats zwischen uns und euch, sagen sie, ist ein Fehler. — Einige behaupten, die Einschaltung stehe in Zoroasters Gesetz. Dies ist ungegründet. Sie ist vielmehr mit demselben ganz unverträglich. — Welche Unglücksfälle unser Volk auch betroffen haben mögen, so haben wir uns doch hierin nie geirrt."

Aus diesen Gründen nun weiſs ich mich in keine andere Ansicht der altpersischen Zeitrechnung zu finden, als in eine solche, nach der das Jahr ein bewegliches von 365 Tagen ohne alle Einschaltung war und der *Neûrus* dennoch ein Frühlingsfest blieb. Beides scheint auf den ersten Blick unvereinbar. Es giebt aber gleichwohl einen Weg, auf welchem sich beide Bedingungen erfüllen und zugleich alle Schwierigkeiten heben lassen.

Zuvörderst muſs ich eine bis jetzt unbenutzt gebliebene Stelle aus dem handschriftlich auf der hiesigen königlichen Bibliothek aufbewahrten astronomischen Werke des Abu'lhassan Kuschjâr anführen **). Sie lautet also ***): واسما شهور معروفة وايام كل شهر ثلثون يوما الا اسفندارمذماه فانه خمس وثلثون يوما فالسنة ثلثماية و خمسة وستون يوما والخمسة الزايدة في ايام اسفندارمذماه يسمي المسترقة وسببها ان السنة الفارسية تنقص عن السنة الشمسية بربع يوم تقريبا

*) Reisebeschreibung Th. II. S. 48.

**) S. die von dieser Handschrift in dem vorhergehenden Bande der akademischen Schriften S. 105 des Historisch-philologischen Theils gegebene Notiz.

***) L. I. c. 2. S. 8.

فصار في كل اربعة سنين يوم واحد وفي كل ماية وعشرين سنة شهر واحد
فكانت الفرس قديما يكبس في كل ماية وعشرين سنة شهرا فيكون تلك
السنة ثلثة عشر شهرا يعدون اول شهور السنة مرتين مرة في اول السنة
ومرة في اخرها ويجعلون الخمسة الزايدة في ايام الشهر المكبوس واول
شهور السنة الشهر الذي يحل فيه الشمس الحمل وكانت الخمسة واول السنة
ينتقل في كل ماية وعشرين سنة من شهر الي شهر وكان في ايام كسري
بن قباد انوشروان يحل الشمس الحمل في اذرماه والخمسة موضوعة في
اخر آبانماه ولما اتت عليه ماية وعشرون سنة كان اواخر ايام الفرس
واضطراب دولتهم واستيلا العرب عليهم فوقع التقصير في اقامة الرسم
وبقيت الخمسة في اخر آبانماه الي خمس وسبعين و ثلثماية ليزدجرد
وحلت الشمس الحمل في اول يوم من فروردينماه فنقلت الخمسة التي
اخر اسفندارمذماه

„Die Namen der (persischen) Monate sind bekannt. Jeder derselben hat 30 Tage, mit Ausnahme des *Asfendármedmáh*, auf den 35 gerechnet werden. Auf das ganze Jahr gehn also 365 Tage. Die fünf überzähligen des *Asfendármedmáh* werden *Elmusterike* genannt. Es hat damit folgende Bewandniſs. Das persische Jahr ist um etwa einen Vierteltag kürzer als das Sonnenjahr. In vier Jahren giebt dies einen Tag und in 120 Jahren einen Monat. Dem zufolge schalteten die Perser vor Alters alle 120 Jahr einen Monat ein, so daſs das Jahr 13 Monat erhielt; sie zählten den ersten Monat des Jahrs zweimal, einmal im Anfange und einmal am Ende des Jahrs, und hängten die fünf überschüssigen Tage dem eingeschalteten Monat an. Der erste Monat des Jahrs war derjenige, in welchem die Sonne in den Widder trat. Die fünf (überschüssigen) Tage und der Anfang des Jahrs rückten mit jeden 120 Jahren um einen Monat weiter. Zur Zeit des Chosru ben-Kobâd Anuschirwân erreichte die Sonne den Widder im *Adermáh* und die fünf Tage hatten ihren Sitz am Ende des *Abánmáh*.

mâh. Als 120 Jahr darauf die Dynastie der Perser ihr Ende nahm und die Herrschaft der Araber über sie begann, so sorgte niemand weiter für die Beobachtung der festgesetzten Regel, und es verblieben die fünf Tage am Ende des *Abânmâh*, und zwar bis zum Jahr 375 der jesdegirdischen Aere, wo die Sonne am ersten Tage des *Ferwerdînmâh* in den Widder trat, und nun wurden die fünf Tage an das Ende des *Asfendârmedmâh* gesetzt."

Diese Worte geben zwei ganz verschiedene Ansichten der altpersischen Zeitrechnung, die durchaus nicht neben einander bestehn können. Denn wurde alle 120 Jahr ein Monat von 30 Tagen eingeschaltet, so war das Jahr ein festes Sonnenjahr, wenigstens in dem Sinn, in welchem das julianische ein solches heiſsen kann. Die Sonne muſste mit geringer Aenderung in einerlei Monat den Widder erreichen, und die Reihe ihres Eintritts in denselben konnte keinesweges von 120 zu 120 Jahren an immer andere Monate kommen. Ich glaube daher, daſs die erste Ansicht, nach der alle 120 Jahr ein Monat eingeschaltet worden seyn soll, auf einem Miſsverständnisse beruht, und daſs man sich von der Einrichtung des alten persischen Jahrs und von den seit Jesdegird mit demselben vorgegangenen Veränderungen folgende Vorstellung zu machen habe.

Das Jahr der Perser hielt wie das der Aegypter durchgängig und ohne alle Einschaltung 12 dreiſsigtägige Monate und fünf Ergänzungstage, welche dem letzten Monat angehängt wurden. Der Anfang des Jahrs, der *Neurûs*, den man festlich beging, sollte beständig auf den Frühling treffen. Da man nun fand, daſs er mit Bezug auf die Nachtgleichen alle 120 Jahr um etwa 30 Tage zurückwich *), so schob man ihn nach Verlauf dieses Zeitraums um einen Monat vorwärts, so daſs er jetzt auf den *Ferwerdînmâh*, nach 120 Jahren auf den *Ardbcheschtmâh* u. s. w. fiel. Die fünf Ergänzungstage gingen immer zunächst vor ihm her, und wanderten also mit ihm in 1440 Jahren durch alle Monate. Zur Zeit des Nuschirwân, des gröſsten sassanidischen Königs, welcher um die

*) Genau genommen um 29, so daſs der Wechsel des *Neurûs* schon nach 116 Jahren hätte eintreten sollen.

Mitte des sechsten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung regierte, ging der *Neurûs* auf den *Adermâh* über, und die Ergänzungstage hafteten auf dem *Abânmâh* *). Jener hätte hiernächst auf den *Deimâh* verlegt werden sollen. Allein im Jahr 636 seit Christus vernichteten die Muhammedaner mit der Herrschaft der Sassaniden die Religion der Magier. Die wenigen Perser, die dieser treu blieben, bedienten sich zwar noch immer der alten Zeitrechnung, ohne jedoch auf die richtige Verschiebung des *Neurûs* bedacht zu seyn. Zugleich zählten sie einem uralten Gebrauch des persischen Volks gemäfs, von dem uns Schah Choldschi in der mehrmals angezogenen Stelle und Alchodâi in einem Fragment beim Pocock **) unterrichten, die Jahre von der Thronbesteigung des letzten Königs, die nach den persischen Geschichtschreibern am ersten Tage des *Ferwerdîn* erfolgt war. Dieser Monat, als der erste der Aere, wurde nun zugleich als der erste des Jahrs angesehn, wofür ihn bei der frühern Wandelbarkeit des *Neurûs* niemand halten konnte. Als die Araber seit dem Chalifen Almansor sich der Astronomie befleifsigten, fanden sie das wandelbare persische Jahr mit der jesdegirdischen Aere sehr bequem zu ihren Berechnungen, und sie bedienten sich desselben um so lieber, da Ptolemäus, ihr Lehrer, eine ganz ähnliche Zeitrechnung gebraucht hatte, und die nabonassarische Aere von keiner Bedeutsamkeit für sie war. Die Ergänzungstage liefs man an der Stelle, wo man sie fand. Erst im 375sten Jahr der jesdegirdischen Aere oder im 1006ten der unsrigen, wo der 1. *Ferwerdînmâh* auf die Frühlingsnachtgleiche traf, die damals dem 15. März des julianischen Kalenders entsprach, vereinigten sich die Astronomen dahin, die Ergänzungstage ans Ende des *Asfendârmedmâh* zu setzen, den man schon längst als den letzten Monat im Jahr anzusehn gewohnt gewesen war. Im Jahr 448 seit Jesdegird endlich, oder

*) Auch im Ferhenk-dschihanghiri findet sich die Notiz, dafs unter Nuschirwân ein Wechsel des *Neurûs*, oder, wie es dort heifst, eine Einschaltung eines Monats erfolgt sei, nur dafs irrig der Ardibehescht statt des Abân genannt ist. (Hyde S. 207). Fréret (S. 259) verwirft diese Nachricht, weil sie nicht in sein System pafst.

**) Es ist bereits in der Abhandlung über die Zeitrechnung der Araber angeführt worden. S. den vorhergehenden Band der akademischen Schriften S. 117 des Historisch-philologischen Theils.

1079 unserer Zeitrechnung, wo der *Ferwerdîn* bereits 18 Tage vor der Frühlingsnachtgleiche anfing, erneuerte der Sultan **Dschelal-eddin Melek-Schah** das alte **Neurûsfest**, und setzte es auf den Tag der Nachtgleiche selbst, da es ursprünglich nicht gerade an demselben, sondern nur in dessen Nähe gefeiert worden war. Zugleich wurde eine Zeitrechnung eingeführt, durch die es auf diesen Zeitpunkt befestigt blieb.

Nachschrift.

Am Schlufs des Druckes dieser Abhandlung macht mich Hr. **Wilken** auf eine Stelle der *Annales Muslemici* des Abu'lfeda aufmerksam, die auf sie Bezug hat. Es heifst nämlich Th. III. S. 236 beim Jahr 467 der Hedschra: „in diesem Jahr setzten Melek-Schah und Nidam-elmulk mit Zuziehung mehrerer Astronomen den *Neurûs* auf den Eintritt der Sonne in den Widder, da er vorher der Mitte der Fische entsprochen hatte. In eben dem Jahr gründete dieser Sultan mit grofsen Kosten die Sternwarte, bei deren Einrichtung er mehrere geschickte Männer, unter andern den Ibrahim Elcheijam, den Abu Modaffer Isfarani (vielleicht Isfahani) und Meimun ben Nadschib aus Waset zu Rathe gezogen hatte. Sie bestand bis zum Tode des Sultans im Jahr 485, wo sie einging.“ Diese Notiz erklärt die Verschiedenheit der Bestimmung der dschelalischen Aere, deren oben S. 272 gedacht worden ist. Man sieht, dafs, während sie einige im Jahr 471 begannen, wo die Sonne gerade im Anfange des bürgerlichen Tages in den Widder trat, andere ihre Epoche ein paar Jahre zurücksetzten, nämlich bis zur Vollendung der von Melek-Schah errichteten Sternwarte. Offenbar ist die erste Bestimmungsart dem Geist der ganzen Zeitrechnung angemessener, daher sie auch bei weitem die allgemeinere geworden ist. Statt des Jahrs 468 beim Ulug Beig nennt hier Abu'lfeda und mit ihm Ebn Schonah beim Herbelot (Art. *Moctadi*) das Jahr 467, ob durch einen Irrthum, oder ob es gar dreierlei Bestimmungen des Epochenjahrs der dschelalischen Aere gab, kann ich nicht entscheiden. Vielleicht fand die Versammlung der Astronomen im Jahr 467 statt, in Folge deren der *Neurûs* erst 468 auf den Eintritt der Sonne in den Widder gesetzt wurde. Dafs der altpersische *Neurûs* keinesweges immer auf der Mitte der Fische haftete, wie es Abu'lfeda anzudeuten scheint, sondern nur zufällig zur Zeit der Einführung des dschelalischen *Neurûs*, bedarf für meine Leser keiner Erinnerung. Unter الرصد kann doch nichts anderes als ein Observatorium gemeint seyn? Freilich ist der Ausdruck des Textes وبقي الرصد دايرا sonderbar. Ich vermuthe aber, dafs دايبا *continuo* gelesen werden mufs.

Druckfehler.

Seite 89	Zeile 17	lies Thorikos und Anaphlystos für Thorykos und Amphlystos.	
— 97	— 1	l. brachen f. brechen.	
— 102	— 12	l. alles Neuern f. alles Neuere.	
— 130	— 12	l. Verbrechen f. Verbrecher.	
— 135	— 7	l. erforderte f. erfordert.	
— 219	— 11	l. Fortschritte.	
— 270	— 14	l. *tårtchi dschelâli.*	
— —	— 27	l. *Adar* f. *Ader.* (Es ist der syrische Monat gemeint, der nicht mit dem persisischen *Ader* zu verwechseln ist.)	
— 278	— 28	l. achtzehn f. acht zehn.	

